

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :2003-280239

(43)Date of publication of application :02.10.2003

(51)Int.Cl.

G03G 9/08

(21)Application number :2002-082793

(71)Applicant :CANON INC

(22)Date of filing :25.03.2002

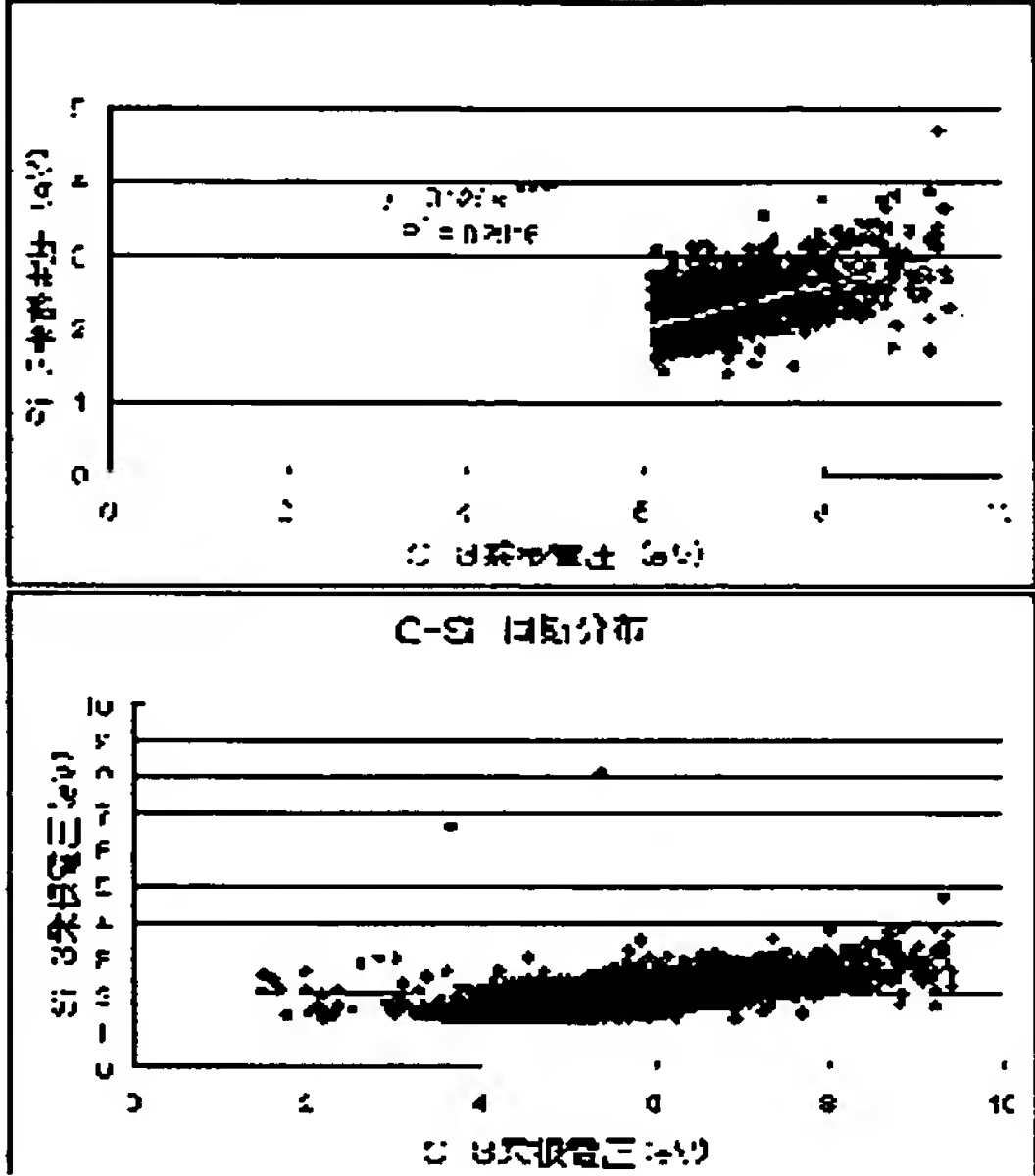
(72)Inventor :YAMAZAKI KATSUHISA

(54) DRY TONER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a toner showing improved triboelectrification characteristics and flowability from an initial stage and showing particularly stable developing characteristics by suppressing the fluctuation of the triboelectrification characteristics and the flowability of the toner smaller than in the conventional practice even in repeated use of the toner for a long period, and to provide the toner capable of maintaining a high transfer efficiency and having a good cleaning performance even in the repeated use to the toner for a long period.

SOLUTION: A dry toner is presented where, the toner particle size dependency of a toner shape, that is, ruggedness (circularity), and the dispersion of the ruggedness is adjusted and the toner particle size dependency of the dispersion of the amount of the sticking of an inorganic particulate additive agent to the toner particle is appropriately adjusted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]08.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the toner which has at least the toner particle and non-subtlety particle external additive which have binding resin and a coloring agent This toner is a toner which contains the toner particle more than 80 volume % in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of volume particle size distribution. Whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of this toner] And X (0-30), Whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] XA (0-30) and more than the diameter of 35% for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] X (35-65), Whenever [average irregularity / of the toner particle more than the diameter of 70%] for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] X (70-100), When coefficient of variation of whenever [X (0-100) and irregularity] is set to XA (0-100) for whenever [average irregularity / of all toner particles / in / for the coefficient of variation of whenever / concavo-convex / XA (70-100), and 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less], The following type, $0.8 \leq X(0-100) \leq 1.15XA(0-100) < 6|X(0-30)-X(35-65)|+|X(35-65)-X(70-100)| < 0.02|XA(0-30)-XA(35-65)|+|XA(35-65)-XA(70-100)| < 3$ are satisfied. The absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number more than the diameter of 35% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of this toner. And Z (35-65), When absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter of 70% number is set to Z (70-100), The following type, the toner characterized by satisfying $Z(35-65) < 0.3Z(70-100) < 0.3|Z(35-65)-Z(70-100)| < 0.10.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$.

[Claim 2] The toner according to claim 1 characterized by said X (0-100) satisfying the following type and $1.09 < X(0-100) < 1.13$.

[Claim 3] The toner according to claim 1 or 2 characterized by said XA (0-100) satisfying the following type and $XA(0-100) < 5$.

[Claim 4] Number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner XB (0-30), Number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 65% more than the diameter of 35% XB (35-65), Number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among the toner particles more than the diameter of 70% XB (70-100), When number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less is set to XB (0-100), The following type, the toner according to claim 1 to 3 characterized by satisfying $XB(0-100) < 90|XB(0-30)-XB(35-65)|+|XB(35-65)-XB(70-100)| < 15$.

[Claim 5] The toner according to claim 1 to 4 characterized by satisfying the following formula and $XC(0-100) > 70$ when whenever [concavo-convex] sets to XC (0-100) number% of pieces of the particle which is less than 1.15 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner.

[Claim 6] The average circularity of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner Y (0-30), The average circularity of the toner particle below the diameter of 65% YA (0-30) and more than the diameter of 35% for the coefficient of variation of circularity Y (35-65), The average circularity of the toner particle more than YA (35-65) and the diameter of 70% for the coefficient of variation of circularity Y (70-100), When coefficient of variation of Y (0-100) and circularity is set to YA (0-100) for the average circularity of all toner particles [in / for the coefficient of variation of circularity / YA (70-100), and 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less], The following type, $0.7 < Y(0-100) < 0.85YA(0-100) < 15|Y(0-30)-Y(35-65)|+|Y(35-65)-Y(70-100)| < 0.10|YA(0-30)-YA(35-65)|+|YA(35-65)-YA(70-100)| < 3$ The toner according to claim 1 to 5 characterized by being

satisfied.

[Claim 7] The toner according to claim 1 to 6 characterized by said Y (0-100) satisfying the following type and $0.7 < Y(0-100) < 0.8$.

[Claim 8] The toner according to claim 1 to 7 characterized by said YA (0-100) satisfying the following type and $YA(0-100) < 12$.

[Claim 9] Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner YB (0-30), Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles below the diameter of 65% more than the diameter of 35% YB (35-65), Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles more than the diameter of 70% YB (70-100), When circularity sets number% of pieces of a larger particle than 0.8 to YB (0-100) among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, The following type, the toner according to claim 1 to 8 characterized by satisfying $YB(0-100) < 80 | YB(0-30) - YB(35-65) | + | YB(35-65) - YB(70-100) | < 20$.

[Claim 10] The toner according to claim 1 to 9 characterized by satisfying the following formula and $YC(0-100) > 70$ when circularity sets to YC (0-100) number% of pieces of the particle which is less than 0.7 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner.

[Claim 11] The toner according to claim 1 to 10 characterized by said Z (35-65) satisfying the following type and $Z(35-65) < 0.2$.

[Claim 12] The toner according to claim 1 to 11 characterized by said Z (70-100) satisfying the following type and $Z(70-100) < 0.2$.

[Claim 13] The toner according to claim 1 to 12 characterized by said Z (35-65) and Z (70-100) satisfying the following type and $|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.05$.

[Claim 14] A non-subtlety particle external additive is a toner according to claim 1 to 13 characterized by the first [an average of] particle diameter being 4-100nm.

[Claim 15] A non-subtlety particle external additive is a toner according to claim 1 to 14 characterized by containing at least one sort of inorganic compounds chosen from a silica, a titania, and an alumina.

[Claim 16] A non-subtlety particle external additive is a toner according to claim 1 to 15 characterized by being processed by silicone oil at least.

[Claim 17] A non-subtlety particle external additive is a toner according to claim 1 to 16 characterized by being processed by silicone oil after that at the same time it processes with a silane compound.

[Claim 18] The toner according to claim 1 to 17 characterized by the addition of a non-subtlety particle external additive being 0.3 to 3.0 mass [of the whole toner] %.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the developer used for the image formation equipment using a xerography, an electrostatic recording method, magnetic recording, a toner jet process, etc.

[0002] It is related with the dry type toner which has at least the toner particle and non-subtlety particle external additive which have binding resin and a coloring agent in a detail.

[0003]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as an image formation method, many approaches, such as an electrostatic recording method, magnetic recording, and a toner jet process, are learned. For example, generally, after a xerography forms an electric latent image with various means on the photo conductor using the photoconductivity matter as latent-image support, subsequently develops this latent image with a toner, considers as a visible image and imprints a toner image to record media, such as paper, if needed, it is established in a toner image on a record medium with heat, a pressure, etc., and obtains an image.

[0004] As a developer for developing a latent image, the two-component system developer which consists of a carrier and a toner, and 1 component system developer (a magnetic toner, nonmagnetic toner) which does not need a carrier are known. Electrification to a toner is performed in the two-component system by friction of a carrier and a toner, and is mainly performed by 1 component system by friction with a toner and an electrification grant member.

[0005] The electrification property of a toner influences greatly the development nature of the toner within image formation equipment, imprint nature, etc., and influences the quality of the image obtained. Moreover, also in itself, the flowability of a toner influences the development nature of a toner, imprint nature, etc. greatly while being deeply concerned with the electrification property of a toner.

[0006] If in charge of manufacturing a toner, it kneaded, after mixing ingredients, such as a release agent and an electric charge control agent, binding resin, a coloring agent, and if needed, and many so-called grinding methods for performing grinding and a classification and obtaining a toner particle have been used after cooling solidification. How to atomize melting mixture in air using a disk or many hydraulic nozzles given in JP,56-13945,B etc., and to obtain a spherical toner particle otherwise; After distributing a component in a binding resin solution, How to obtain a toner particle by carrying out spray drying : JP,36-10231,B, A JP,59-53856,A official report number, The emulsion-polymerization approach represented by the soap free polymerization method which carries out direct polymerization under the approach:water solubility polarity polymerization initiator existence which generates a direct toner particle using the suspension-polymerization approach stated to JP,59-61842,A, and generates a toner particle : A resin particle, a coloring agent, etc. are set in a solution. The meeting polymerization method make it meet and make a toner particle generate; Distributed polymerization method; or core material, to which the meltable and obtained polymer generates a direct toner particle using an insoluble drainage system organic solvent to a monomer, In the so-called microcapsule toner which consists of shell material, approaches, such as an approach of making core material, shell material, or these both containing a predetermined ingredient, are learned.

[0007] There is also a thing in which conglomeration or configuration control of a toner particle is possible in the inside of these toner manufacture approach. the mechanical shock method which give the approach of make it distribute underwater or in an organic solution , and make the toner particle obtained by the grind method also besides set up the grinding conditions in an air current type grinder or a mechanical grinder as a means for [of a toner particle] carry out configuration adjustment heat or swell , the heat-treat method for pass the inside of a heat style , and mechanical energy also in the grind method , and be process be learn .

[0008] With the means like ***, it succeeds not only in the flowability of a toner, and an electrification property but in many proposals which specify a toner configuration in order to improve development nature, imprint

nature, or cleaning nature. for example, as what specified the practical use degree of sphericity (based on image analysis) of (1) WADERU As what specified JP,60-117252,A, JP,2-87157,A, etc. roundness (2) (a minor axis / major-axis ratio) As what specified JP,3-84558,A, JP,63-244052,A, etc. sphericity (3) (a minor axis / major-axis ratio) As what specified (4) BET specific surface areas / coal tar specific surface area, JP,3-229268,A etc. As what specified (5) circumference Osanai tangent circle ratio, JP,1-185556,A, JP,3-248162,A, JP,8-272133,A, etc. As what specified the shape factor (boundary length 2 / 4pi projected area) of JP,4-1766,A and the (6) maximum frequency particle As what specified JP,4-102861,A etc. circularity (7) (2) (perimeter of the perimeter/plane of projection of this area circle) JP,1-185654,A, JP,6-308759,A, JP,8-220794,A, etc. are one of those which specified (8) shape-factor SF-1 and SF-2, such as JP,63-235953,A.

[0009] Furthermore, it succeeds also in many proposals which specified the particle size distribution and the configuration of a toner, and there is also a proposal which specified the particle size distribution and circularity which were measured with flow type particle image analysis equipment like the patent No. 2862827 official report in recent years. Moreover, in JP,10-97095,A, the convention of the toner particle content in the specific circularity range is proposed. Also in JP,11-202557,A, the convention over the particle size distribution and circularity of a toner is proposed.

[0010] However, these proposals specify the toner configuration of the whole toner particle size distribution, and are requests.

[0011] On the other hand, in JP,62-184469,A, the toner with which the toner with which heat conglomeration of the fines was carried out added the grinding toner particle with a mean particle diameter of 10-20 micrometers 0.1 to 20% of the weight in JP,4-232965,A to the polymerization toner particle with a mean particle diameter of 3-8 micrometers is proposed.

[0012] However, when mixing and using the toner particle from which a frictional electrification property differs greatly clearly like these proposals, since the frictional electrification property of a toner is changed by development of an alternative toner particle etc. by long-term repeat use, it is not desirable.

[0013] By the way, it is not based on the difference between the two-component system and 1 component system, but the approach of adding a non-subtlety particle as an external additive is proposed by the toner particle, and it is widely used for it in order to improve the flowability of a toner, an electrification property, etc.

[0014] For example, the non-subtlety particle which performed hydrophobing processing to JP,5-66608,A, JP,4-9860,A, etc., or after carrying out hydrophobing processing, the approach of carrying out concomitant use addition of the non-subtlety particle which carried out silicone oil processing with the non-subtlety particle which carried out hydrophobing processing by the approach of adding the non-subtlety particle further processed by silicone oil etc. or JP,61-249059,A, JP,4-264453,A, and JP,5-346682,A is indicated.

[0015] However, when adding a non-subtlety particle as an external additive to a toner particle, the adhesion condition of the non-subtlety particle to a toner particle front face changes with long-term repeat use of a toner gradually, the electrification property of a toner, flowability, etc. change and there is a problem to which the image quality acquired falls.

[0016] When the proposal which specified the configuration of a toner particle and the coverage to the toner particle of an external additive by JP,4-204664,A paying attention to influencing the flowability of a toner, an electrification property, etc. according to the adhesion condition on the front face of a toner of a non-subtlety particle external additive measures the atomic emission spectrum of toner particle each with which the external additive was added in JP,11-174734,A and JP,2000-47479,A, it succeeds in the proposal which specified dispersion in the coating weight of the external additive to a toner particle. However, these conventional proposals specify the situation of adhesion of an external additive in the whole toner which has particle size distribution, and are requests.

[0017] There is also a proposal which uses as the 2nd external additive the inorganic or organic particle which has a bigger particle size than the non-subtlety particle external additive for improving an electrification property and flowability to a toner, and carries out concomitant use addition by long-term repeat use of a toner in order to control that the adhesion condition of the non-subtlety particle external additive to a toner particle front face changes gradually. However, these proposals are not fundamental solutions at the point which is not what adjusts the adhesion condition of the non-subtlety particle external additive to an early toner particle front face. Moreover, or it damages equipment members alternatively consumed by long-term repeat use of a toner, such as a developer support member and latent-image support, an unstable element, such as producing the fixing object to these equipment member, will be added, and use of the 2nd above external additive is not necessarily desirable.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is adjusting the toner grain-size dependency of the non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle, and adjusting the toner grain-size

dependency of a toner configuration, and makes it a technical problem to offer the toner in which the frictional electrification property and flowability of a toner which were excellent from the first stage are shown, and the development property which was small, and was stabilized exceptionally is shown also by long-term repeat use of a toner compared with the former. [of fluctuation of the frictional electrification property of a toner and flowability] Furthermore, let it be a technical problem to offer the toner which maintains high imprint effectiveness and has ** and a good cleaning property also by long-term repeat use of a toner.

[0019]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the toner of invention of claim 1 It is the toner which has at least the toner particle and non-subtlety particle external additive which have binding resin and a coloring agent. This toner is a toner which contains the toner particle more than 80 volume % in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of volume particle size distribution. Whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of this toner] And $X(0-30)$, Whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] $XA(0-30)$ and more than the diameter of 35% for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] $X(35-65)$, Whenever [average irregularity / of the toner particle more than $XA(35-65)$ and the diameter of 70%] for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] $X(70-100)$, When coefficient of variation of whenever [$X(0-100)$ and irregularity] is set to $XA(0-100)$ for whenever [average irregularity / of all toner particles / in / for the coefficient of variation of whenever / concavo-convex / $XA(70-100)$, and 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less], The following type, $1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15XA(0-100) > 6|X(0-30)-X(35-65)|+|X(35-65)-X(70-100)| < 0.02|XA(0-30)-XA(35-65)|+|XA(35-65)-XA(70-100)| < 3$ It is satisfied and the absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number more than the diameter of 35% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of this toner $Z(35-65)$, When setting absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter of 70% number to $Z(70-100)$, It is characterized by satisfying the following type, $Z(35-65) < 0.3Z(70-100) < 0.3|Z(35-65)-Z(70-100)| < 0.10.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$.

[0020] By adjusting distribution and distribution of the non-subtlety particle external additive coating weight to toner particle each whenever [irregularity / of a toner particle] so that this invention persons may satisfy the above-mentioned description wholeheartedly after examination It is easy to stabilize the adhesion condition of the non-subtlety particle external additive in a toner particle front face, and it is adjusted good so that the toner grain-size dependency of the coating weight of the external additive to a toner particle may become small. Also by long-term repeat use Compared with the former, fluctuation of the frictional electrification property of a toner was small, and the knowledge of the toner in which the development nature stabilized exceptionally and imprint nature are shown being obtained was carried out, and it resulted in this invention.

[0021] According to examination of this invention persons, whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner] $X(0-30)$, Whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] $XA(0-30)$ and more than the diameter of 35% for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] $X(35-65)$, Whenever [average irregularity / of the toner particle more than $XA(35-65)$ and the diameter of 70%] for the coefficient of variation of whenever [concavo-convex] $X(70-100)$, When coefficient of variation of whenever [$X(0-100)$ and irregularity] is set to $XA(0-100)$ for whenever [average irregularity / of all toner particles / in / for the coefficient of variation of whenever / concavo-convex / $XA(70-100)$, and 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less], The following type, $1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15XA(0-100) > 6|X(0-30)-X(35-65)|+|X(35-65)-X(70-100)| < 0.02|XA(0-30)-XA(35-65)|+|XA(35-65)-XA(70-100)| < 3$ By being satisfied, the toner particle diameter dependency of whenever [irregularity / of a toner particle] was adjusted good, and the knowledge of being easy to stabilize the adhesion condition of the non-subtlety particle external additive in a toner particle front face was carried out.

[0022] Moreover, as for this invention persons, distribution satisfies all the above-mentioned conditions whenever [irregularity / of a toner particle]. The absolute deviation which shows dispersion in the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number more than the diameter of 35% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less And $Z(35-65)$, The absolute deviation which shows dispersion in the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter of 70% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less $Z(70-100)$ By satisfying following type $Z(35-65) < 0.3Z(70-100) < 0.3|Z(35-65)-Z(70-100)| < 0.10.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$ The toner grain-size dependency of the external additive coating weight to a toner particle was adjusted good, and also by long-term repeat use, compared with the former, fluctuation of the frictional electrification property of a toner was small, and the knowledge of the toner in which the development engine

performance stabilized according to the rank is shown being obtained was carried out, and it resulted in this invention.

[0023] The 1st formula $1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15$ in this invention shows that it is required for $X(0-100)$ to be 1.08 or more and 1.15 or less whenever [average irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner].

[0024] When a toner particle receives mechanical stress within image formation equipment as $X(0-100)$ is less than 1.08 whenever [average irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner], a non-subtlety particle external additive is gradually embedded to a toner particle, and cannot fully control the fall of development nature and imprint nature. Moreover, if $X(0-100)$ is [whenever / average irregularity] larger than 1.15, fogging will be produced because dispersion between the toner particles of the external additive coating weight to a toner particle becomes large and dispersion in the frictional electrification property of a toner becomes large.

[0025] As for $X(0-100)$, it is [whenever / average irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner] more desirable that it is [or more 1.09] less than 1.13. While preventing that a non-subtlety particle external additive is gradually embedded by repeat use to a toner particle because $X(0-100)$ is in this convention within the limits whenever [average irregularity], when equalizing external additive adhesion to a toner particle, it becomes dominance more.

[0026] The 2nd [in this invention] formula $XA(0-100) < 6$ shows that it is required for the coefficient of variation $XA(0-100)$ of whenever [irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less of toner particle size distribution] to be less than six.

[0027] In $XA(0-100)$ being six or more, whenever [concavo-convex] is low, a particle front face is smooth, when there are many particles near a globular form, a non-subtlety particle external additive is gradually embedded by repeat use to a toner particle, and the fall of development nature and imprint nature cannot fully be controlled. Conversely, since there are many high particles of whenever [concavo-convex], when $XA(0-100)$ is six or more, external additive adhesion to a toner particle produces many particles which are not uniform, and these particles cause fogging.

[0028] As for the coefficient of variation $XA(0-100)$ of whenever [irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less of toner particle size distribution], it is more desirable that it is less than five. While preventing that a non-subtlety particle external additive is gradually embedded by repeat use to a toner particle because $XA(0-100)$ is less than five, when controlling fogging, it becomes dominance more.

[0029] The 3rd [in this invention] formula $|X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)| < 0.02 X(0-30)$ and more than the diameter of 35% whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] The absolute value of the difference of $X(35-65)$, [whenever / average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner] It is shown that it is required for the sum with the absolute value of the difference of $X(70-100)$ to be [whenever / average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] less than 0.02 more than the diameter of 35% whenever [average irregularity / of the toner particle more than $X(35-65)$ and the diameter of 70%].

[0030] This is based on the following knowledge having been acquired by examination of this invention person.

[0031] Namely, whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less], if $X(0-30)$ becomes larger than $X(35-65)$ too much more than the diameter of 35% whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] Adhesion of the non-subtlety powder to the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less tends to become uneven, the ununiformity of frictional electrification is produced, and it becomes easy to produce fogging. Moreover, by long-term repeat use, the toner particle below the diameter with superfluous electrification of 30% will be accumulated, it will come to check the frictional electrification of other toner particles, and the development nature as the whole toner will be reduced.

[0032] On the contrary, if $X(35-65)$ becomes [whenever / average irregularity] larger than $X(0-30)$ too much whenever [average irregularity], on condition that the frictional electrification grant which can give the suitable amount of frictional electrifications for the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, the development nature as the whole toner will be reduced because the amount of frictional electrifications of the toner particle below the diameter of 30% becomes superfluous. Prevention of that adjust the conditions of frictional electrification grant and the amount of frictional electrifications of the toner particle below the diameter of 30% becomes superfluous reduces the development nature as the whole toner, without the ability giving uniform frictional electrification to the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%.

[0033] Moreover, if X (35-65) becomes [whenever / average irregularity] larger than X (70-100) too much whenever [average irregularity], the embedding of the non-subtlety powder in the toner particle more than the diameter of 70% is accelerated, the toner particle more than the diameter of 70% which is hard to be developed by long-term repeat use will be accumulated, and the development nature as the whole toner will fall because the development nature of the toner particle more than the diameter of 70% falls.

[0034] On the contrary, if X (70-100) becomes [whenever / average irregularity] larger than X (35-65) too much whenever [average irregularity] Because the non-subtlety powder to the toner particle more than the diameter of 70% tends to become an ununiformity, non-subtlety powder comes to be held alternatively in the surface crevice of the toner particle more than the diameter of 70% and the development nature of the toner particle more than the diameter of 70% falls The toner particle more than the diameter of 70% which is hard to be developed by long-term repeat use too is accumulated, and the development nature as the whole toner falls.

[0035] It became clear that the development nature stabilized according to the rank was obtained without having solved the above-mentioned technical problem and the development nature of a toner falling also by long-term repeat use, when this invention person repeats examination further and satisfies the 3rd formula of above-mentioned this invention based on these knowledge.

[0036] The 4th [in this invention] formula $|XA(0-30)-XA(35-65)|+|XA(35-65)-XA(70-100)|<3$ The coefficient of variation XA (0-30) of whenever [irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner], and more than the diameter of 35% The absolute value of the difference of the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%], It is shown that it is required for the sum with the absolute value of the difference of the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] and the coefficient of variation XA (70-100) of whenever [irregularity / of the toner particle more than the diameter of 70%] to be less than three more than the diameter of 35%.

[0037] If the coefficient of variation XA (0-30) of whenever [concavo-convex] becomes larger than the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [concavo-convex] too much, adhesion of non-subtlety powder will become an ununiformity to the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, and the ratio of the toner particle by which frictional electrification is not stabilized will increase. The toner particle below the diameter of 30% by which this frictional electrification is not stabilized produces fogging for the frictional electrification of the toner particle below the diameter of 65% by disturbance and preventing more than the diameter of 35%. Moreover, if the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [concavo-convex] becomes larger than the coefficient of variation XA (0-30) of whenever [concavo-convex] too much, since the ratio of the toner particle by which adhesion of non-subtlety powder becomes an ununiformity to the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, and frictional electrification is not stabilized will increase, fogging is produced. That is, fogging will be produced if the absolute value of the difference of the coefficient of variation XA (0-30) of whenever [concavo-convex] and the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [concavo-convex] becomes large too much.

[0038] If the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [concavo-convex] becomes larger than the coefficient of variation XA (70-100) of whenever [concavo-convex] too much, since the ratio of the toner particle by which adhesion of non-subtlety powder becomes an ununiformity to the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, and frictional electrification is not stabilized will increase, fogging is produced. If the coefficient of variation XA (70-100) of whenever [concavo-convex] becomes larger than the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [concavo-convex] too much, adhesion of non-subtlety powder will become an ununiformity to the toner particle more than the diameter of 70%, and the ratio of the toner particle by which frictional electrification is not stabilized will increase. Since the toner particle more than the diameter of 70% by which this frictional electrification is not stabilized is hard to be developed, it accumulates by long-term repeat use, and the development nature as the whole toner falls.

[0039] Namely, although dispersion in whenever [irregularity / of a toner particle] was permitted by examination of this invention person in range called less than six in the coefficient of variation XA (0-100) of whenever [irregularity / of all the toner particles in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less] Dispersion in whenever [irregularity / of a toner particle] concentrates on a part of toner particle size distribution (for example, toner particle below the diameter of 30%). When the difference with dispersion in whenever [irregularity / of the toner particle of other parts (for example, more than the diameter of 35% toner particle below the diameter of 65%) of toner particle size distribution] became large, it became clear that dispersion in the frictional electrification as the whole toner became large, and fogging was produced by repeat use.

[0040] It became clear that the development nature stabilized according to the rank was obtained without having solved the above-mentioned technical problem and producing fogging also by long-term repeat use, when this

invention person repeats examination further and a toner satisfies the 4th formula of above-mentioned this invention.

[0041] In this invention, the absolute deviation Z of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter of 70% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner (70-100) is an index which shows dispersion in the coating weight of the non-subtlety particle external additive to the toner particle front face in the comparatively larger size range in the particle size distribution of a toner. Moreover, the absolute error Z of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number (35-65) is an index which shows dispersion in the coating weight of the non-subtlety particle external additive to the toner particle front face in the size range near [in the particle size distribution of a toner] a core more than the diameter of 35% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner.

[0042] According to examination of this invention persons, it is required for absolute deviation Z (35-65) and Z (70-100) to be less than 0.3. The non-subtlety particle external additive has adhered to the toner particle front face at homogeneity, and the coating weight of the non-subtlety particle external additive to a toner particle is mostly determined by toner particle diameter, and that absolute deviation Z (35-65) and Z (70-100) is less than 0.3 shows that dispersion in coating weight is small.

[0043] When absolute deviation Z (35-65) or Z (70-100) becomes 0.3 or more, the coating weight of the non-subtlety particle external additive to a toner particle becomes uneven, and dispersion in the amount of frictional electrifications of a toner particle becomes easy to become large. Therefore, it becomes easy to produce fogging. Moreover, by long-term repeat use, the embedding of the non-subtlety particle external additive to a toner particle is accelerated, a non-subtlety particle external additive is isolated from a toner particle front face, dispersion in the amount of frictional electrifications as the whole toner becomes larger, and the toner particle with little coating weight of a non-subtlety particle external additive comes to produce remarkable fogging from a toner particle with little coating weight of a non-subtlety particle external additive.

[0044] Therefore, it is more desirable still more desirable that it is less than 0.25, and absolute deviation Z (35-65) is less than 0.2. Similarly, it is less than 0.2 that absolute deviation Z (70-100) is less than 0.25 more desirable still more preferably.

[0045] Moreover, the absolute value of the difference of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100) is less than 0.1. When the value of absolute deviation Z (35-65) becomes larger than the value of absolute deviation Z (70-100) too much, the bond strength of the non-subtlety particle external additive to a toner particle front face is not enough, by long-term repeat use, a non-subtlety particle external additive is isolated from a toner particle front face, and dispersion in the amount of frictional electrifications of a toner particle becomes large. On the contrary, when the value of absolute deviation Z (70-100) becomes larger than the value of absolute deviation Z (35-65) too much, the frictional electrification of the toner particle more than the diameter of 70% number becomes uneven, and it becomes easy to produce fogging.

[0046] Therefore, it is more desirable still more desirable that it is less than 0.08, and the absolute value of the difference of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100) is less than 0.06.

[0047] The ratio of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100) needs to be 0.9 or more and less than 1.2. When this ratio is less than 0.9, the value of absolute deviation Z (70-100) becomes large too much relatively rather than the value of absolute deviation Z (35-65), and the ratio of a particle with superfluous adhesion of a non-subtlety particle external additive increases to the toner particle more than the diameter of 70%. For this reason, the non-subtlety particle external additive isolated from a toner particle front face by repeat use increases, and the non-subtlety particle external additive isolated from the toner particle front face produces fogging for the frictional electrification nature of the whole toner, disturbance and in order to prevent. Moreover, when the ratio of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100) is 1.2 or more, the value of absolute deviation Z (35-65) becomes large too much relatively rather than the value of absolute deviation Z (70-100), the ratio of a particle with superfluous adhesion of a non-subtlety particle external additive increases to the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, and fogging is produced.

[0048] That is, when a toner particle with superfluous adhesion of a non-subtlety particle external additive inclines and exists in either of below the diameter of 65% more than the diameter of 70%, or more than the diameter of 35%, it becomes easier to produce fogging.

[0049] According to examination of this invention person, fogging can be controlled by making the ratio of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100) into 0.9 or more and less than 1.2. As for the ratio of absolute deviation Z (35-65) and absolute deviation Z (70-100), it is more desirable that it is 1.0 or more and less than 1.1.

[0050] The toner of this invention number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is

less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner XB (0-30), Number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 65% more than the diameter of 35% XB (35-65), Number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among the toner particles more than the diameter of 70% XB (70-100), When number% of pieces of the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less is set to XB (0-100), It is desirable to satisfy the following type and $XB(0-100) < 90|XB(0-30)-XB(35-65)| + |XB(35-65)-XB(70-100)| < 15$.

[0051] If the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less increases more than 90%, a non-subtlety particle external additive will be gradually embedded by long-term repeat use on a toner front face, the frictional electrification nature of a toner and a fluidity will fall, and it will become easy to produce fogging.

[0052] As for the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, it is more desirable that it is [35% or more] 70% or less.

[0053] The number of the particles whenever [concavo-convex / whose] are less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 65% %XB (0-30) and more than the diameter of 35% the number of the particles whenever [concavo-convex / whose] are less than 1.10 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner %XB The absolute value of the difference of (35-65), Among the toner particles below the diameter of 65%, more than the diameter of 35% whenever [concavo-convex] It is shown that it is desirable that the sum with the absolute value of the difference of %XB (70-100) is less than 15 the number of the particles whenever [concavo-convex / whose] are less than 1.10 the number of the particles which are less than 1.10 among the toner particles more than %XB (35-65) and the diameter of 70%.

[0054] This value becomes 15 or more and number% of pieces of the toner particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.10 It concentrates on a part of toner particle size distribution (for example, toner particle below the diameter of 30%). If a toner particle [whenever / irregularity / of other parts (for example, more than the diameter of 35% toner particle below the diameter of 65%) of toner particle size distribution / whose / is less than 1.10 / number% of pieces of] difference becomes large, by repeat use, dispersion in the frictional electrification as the whole toner will become large, and will produce fogging.

[0055] Moreover, when whenever [concavo-convex] sets to XC (0-100) number% of pieces of the particle which is less than 1.15 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner, as for the toner of this invention, it is desirable to satisfy the following formula and $XC(0-100) > 70$.

[0056] If the particle whenever [concavo-convex / whose] is less than 1.15 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less becomes 70% or less, the toner particle by which a non-subtlety particle external additive cannot adhere to homogeneity will increase to a toner front face, and it will become easy to produce fogging. As for %XC (0-100), it is more desirable that it is larger than 80 the number of the particles whenever [concavo-convex / whose] are less than 1.15 among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less.

[0057] The toner of this invention the average circularity of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner Moreover, Y (0-30), The average circularity of the toner particle below the diameter of 65% YA (0-30) and more than the diameter of 35% for the coefficient of variation of circularity Y (35-65), The average circularity of the toner particle more than YA (35-65) and the diameter of 70% for the coefficient of variation of circularity Y (70-100), When coefficient of variation of Y (0-100) and circularity is set to YA (0-100) for the average circularity of all toner particles [in / for the coefficient of variation of circularity / YA (70-100), and 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less], The following type, $0.7 < Y(0-100) < 0.85YA(0-100) < 15|Y(0-30)-Y(35-65)| + |Y(35-65)-Y(70-100)| < 0.10|YA(0-30)-YA(35-65)| + |YA(35-65)-YA(70-100)| < 3$ It is desirable that it is satisfied.

[0058] It can be desirable that the average circularity Y of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner (0-100) is 0.7 or more and 0.85 or less, and it can be compatible in good imprint nature and cleaning nature because Y (0-100) is in this convention within the limits.

[0059] That is, the imprint nature of a toner tends to fall that the average circularity Y of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner (0-100) is less than 0.7, and a transfer residual toner increases. On the contrary, if Circularity Y (0-100) is larger than 0.85, the cleaning nature of a toner will fall and it will become easy to produce the image defect by poor cleaning.

[0060] It can be more desirable that the average circularity Y of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner (0-100) is less than [0.7 or more] 0.8, and it can be compatible in better cleaning nature and imprint nature because it is in this convention within the limits.

[0061] It is desirable that the coefficient of variation YA (0-100) of the circularity of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner is less than 15. If YA (0-100) is larger than 15, it will become difficult for dispersion in the imprint nature between toner particles and cleaning nature to become large, and to obtain the stable imprint nature and cleaning nature.

[0062] As for the coefficient of variation YA (0-100) of the circularity of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, it is more desirable that it is less than 12.

[0063] The average circularity Y of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner (0-30), and more than the diameter of 35% The absolute value of the difference of the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65), It is desirable that the sum with the absolute value of the difference of the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65) and the average circularity Y of the toner particle more than the diameter of 70% (70-100) is less than 0.10 more than the diameter of 35%.

[0064] This is based on the following knowledge having been acquired by examination of this invention person.

[0065] That is, if the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less (0-30) becomes larger than the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65) too much more than the diameter of 35%, the imprint nature of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less is conspicuous, will fall, and it will serve as a transfer residual toner alternatively. If what has a small particle size increases to a transfer residual toner, cleaning of a transfer residual toner will become more difficult and it will become easy to produce poor cleaning.

[0066] On the contrary, if the average circularity Y (35-65) becomes larger than the average circularity Y (0-30) too much, the development nature as the whole toner will be reduced because the amount of frictional electrifications of the toner particle below the diameter of 30% becomes superfluous on the frictional electrification conditions which can give the suitable amount of frictional electrifications for the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%. Prevention of that adjust the conditions of frictional electrification grant and the amount of frictional electrifications of the toner particle below the diameter of 30% becomes superfluous reduces the development nature as the whole toner, without the ability giving uniform frictional electrification to the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%.

[0067] Moreover, if the average circularity Y (35-65) becomes larger than the average circularity Y (70-100) too much, on the frictional electrification conditions which can give the suitable amount of frictional electrifications for the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, the amount of frictional electrifications of the toner particle more than the diameter of 70% will tend to become inadequate, and will tend to produce fogging. If the grant conditions of frictional electrification are adjusted so that the conditions of frictional electrification grant may be adjusted and the amount of frictional electrifications of the toner particle more than the diameter of 70% may become proper, the frictional electrification of the toner particle below the diameter of 65% will tend to become superfluous more than the diameter of 35%, and the development nature as the whole toner will fall.

[0068] On the contrary, if the average circularity Y (70-100) becomes larger than the average circularity Y (35-65) too much, the imprint nature of the toner particle more than the diameter of 70% will fall, and it will become easy to produce an image quality fall at imprint processes, such as an omission in an alphabetic character at the time of an imprint.

[0069] Based on these knowledge, this invention person repeats examination further. The average circularity Y of the toner particle below the diameter of 30% (0-30), and more than the diameter of 35% The absolute value of the difference of the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65), When the sum with the absolute value of the difference of the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65) and the average circularity Y of the toner particle more than the diameter of 70% (70-100) is less than 0.10 more than the diameter of 35% It became clear that the development nature stabilized exceptionally was obtained without having solved the above-mentioned technical problem and the development nature of a toner falling also by long-term repeat use.

[0070] The coefficient of variation YA (0-30) of the circularity of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner, and more than the diameter of 35% The absolute value of the difference of the coefficient of variation YA (35-65) of the circularity of the toner particle below the diameter of 65%, It is desirable that the sum with the absolute value of

the difference of the coefficient of variation YA (35-65) of the circularity of the toner particle below the diameter of 65% and the coefficient of variation YA (70-100) of the circularity of the toner particle more than the diameter of 70% is less than three more than the diameter of 35%.

[0071] Namely, although dispersion in the circularity of a toner particle was permitted by examination of the above-mentioned this invention person in range called less than 15 in the coefficient of variation YA (0-100) of the circularity of all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less Dispersion in the circularity of a toner particle concentrates on a part of toner particle size distribution (for example, toner particle below the diameter of 30%). When the difference with dispersion in the circularity of the toner particle of other parts (for example, more than the diameter of 35% toner particle below the diameter of 65%) of toner particle size distribution became large, it became clear that the imprint nature or cleaning nature of a toner fell by repeat use.

[0072] this invention person repeats examination further and the coefficient of variation YA (0-30) of the circularity of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, and more than the diameter of 35% The absolute value of the difference of the coefficient of variation YA (35-65) of the circularity of the toner particle below the diameter of 65%, Because the sum with the absolute value of the difference of the coefficient of variation YA (35-65) of the circularity of the toner particle below the diameter of 65% and the coefficient of variation YA (70-100) of the circularity of the toner particle more than the diameter of 70% is less than three more than the diameter of 35% Also by long-term repeat use, the imprint nature stabilized more and cleaning nature are obtained.

[0073] Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner YB (0-30), Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles below the diameter of 65% more than the diameter of 35% YB (35-65), Circularity number% of pieces of a larger particle than 0.8 among the toner particles more than the diameter of 70% YB (70-100), When circularity sets number% of pieces of a larger particle than 0.8 to YB (0-100) among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, It is desirable to satisfy the following type and $YB(0-100) < 80 | YB(0-30) - YB(35-65) | + | YB(35-65) - YB(70-100) | < 20$.

[0074] If a particle with larger circularity than 0.8 increases more than 80% among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, cleaning nature will fall and it will become easy to produce the image defect by poor cleaning.

[0075] As for the particle with larger circularity than 0.8, it is more desirable among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less that it is 75% or less.

[0076] Circularity the number of particles with larger circularity than 0.8 among the toner particles below the diameter of 65% %YB (0-30) and more than the diameter of 35% the number of larger particles than 0.8 among the toner particles below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the particle size distribution of a toner %YB The absolute value of the difference of (35-65), It is desirable that the sum with the absolute value of the difference of %YB (70-100) is less than 20 the number of particles with larger circularity than 0.8 the number of particles with larger circularity than 0.8 among the toner particles below the diameter of 65% among the toner particles more than %YB (35-65) and the diameter of 70% more than the diameter of 35%. The toner which can maintain good imprint nature and cleaning nature also by long-term repeat use because this value is less than 20 is obtained.

[0077] That is, if the value of YB (0-30) is too larger than the value of YB (35-65), since the ratio of the high toner particle of circularity with a small and particle size becomes large as the whole toner, cleaning nature will tend to fall. On the contrary, if the value of YB (35-65) is too larger than the value of YB (0-30), since the ratio of the low toner particle of circularity with a small and particle size becomes large as the whole toner, imprint nature will tend to fall. Moreover, if the value of YB (70-100) is too larger than the value of YB (35-65), the low toner particle of circularity with a large and particle size is crushed by long-term repeat use, and in order that the low toner particle of circularity with a small and particle size may generate, imprint nature will tend to fall. On the contrary, if the value of YB (35-65) is too larger than the value of YB (70-100), since the low particle of imprint nature with small circularity will increase in the toner particle below the diameter of 65% more than the diameter of 35%, the imprint nature as the whole toner tends to fall.

[0078] Moreover, when circularity sets number% of pieces of a larger particle than 0.7 to YC (0-100) among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of projected area diameter number distribution of a toner, as for the toner of this invention, it is desirable to satisfy the following formula and $YC(0-100) > 70$.

[0079] If a particle with larger circularity than 0.7 becomes 70% or less among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, since the low particle of imprint nature with small

circularity will increase, the imprint nature as the whole toner tends to fall. As for %XC (0-100), it is more desirable among all the toner particles in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less that it is larger than 75 the number of particles with larger circularity than 0.8.

[0080] this invention — setting — whenever [irregularity / of a toner particle] — whenever [following type irregularity] — $=L^2/4$, and $\pi \cdot A$ [— L expresses the boundary length of a particle projection image among a formula, and A expresses the projected area of a particle image.] The value come out of and calculated is meant.

[0081] Moreover, in this invention, a projected area diameter is a diameter of circle which has the same area as the particle image projected area of a toner particle. The value which Σ (ed) total of whenever [irregularity / of all the toner particles contained in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less in the number particle size distribution of this projected area diameter] with the total measurement toner particle number n contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range is defined as X (0-100) whenever [average irregularity].

[0082] Moreover, the coefficient of variation XA (0-100) of whenever [concavo-convex] is called for from the following type.

Coefficient-of-variation XA(0-100) $=\{\sigma_{\max}/D(0-100)\} \times 100$ of whenever [concavo-convex] [among a formula, D (0-100) expresses the number pitch diameter which Σ (ed) total of the projected area diameter of the toner particle contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range with the total toner particle number n, and σ_{\max} express the standard deviation of distribution whenever [irregularity / of the toner particle contained in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range]].

[0083] In addition, standard deviation σ_{\max} of distribution are calculated from the following formula whenever [concavo-convex].

Standard deviation $\sigma_{\max} = [\sigma\{X_i - X(0-100)\}^2/n]^{1/2}$ [X_i expresses whenever [irregularity / of each toner particle in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range] among a formula].

[0084] this invention — setting — projected area diameter number distribution of a toner — the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick is a projected area diameter of a toner particle which counts from the toner particle which has the minimum projected area diameter in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range, and has the small projected area diameter which is 30% value of the total toner particle number n in the Pth ($P=0.3 \times n$). For example, when 5000 toner particles are measured by the 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range, let the projected area diameter of a toner particle which has the small projected area diameter which is 30% value of the total toner particle number 5000 in the 1500th be a path 30%. When P which is 30% value of the total toner particle number n has a value below decimal point, an integer P is determined by rounding off. Similarly, the diameter of 35%, the diameter of 65%, and the diameter of 70% are projected area diameters of a toner particle which have a small projected area diameter in eye watch [eye watch and] ($0.65 \times n$) and eye watch ($0.7 \times n$) among the toner particles contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range, respectively ($0.35 \times n$).

[0085] moreover, this invention — setting — projected area diameter number distribution of a toner — with X (0-30) whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick] projected area diameter number distribution of a toner — it is — a projected area diameter 3 micrometers or more — having — and projected area diameter number distribution of a toner — total of whenever [irregularity / of the toner particle which has a projected area diameter below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick] It is the value which Σ (ed) by several n (0-30) of the toner particle which has a projected area diameter below 3-micrometer or more diameter of 30%. for example, when 5000 toner particles are measured by the 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range Total of whenever [irregularity / of 1500 toner particles to the toner particle which has the small projected area diameter which is 30% value of the total toner particle number 5000 in the 1500th from the toner particle which has the minimum projected area diameter in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range] The value which Σ (ed) by several 1500 of a toner particle which have a projected area diameter below 3-micrometer or more diameter of 30% serves as X (0-30) whenever [average irregularity]. In an example when 5000 toner particles are similarly measured by the 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range More than the diameter of 35% whenever [average irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] X (35-65) Total of whenever [irregularity / of 1501 toner particles to the toner particle which has the small projected area diameter which is a value in the 3250th 65% from the toner particle which has the small projected area diameter

which is 35% value of the total toner particle number 5000 in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range in the 1750th] It becomes the value which ******(ed) by several 1501 of a toner particle which have a projected area diameter below the diameter of 65% more than the diameter of 35%.

Whenever [average irregularity / of the toner particle more than the diameter of 70%] X (70-100) In a toner particle to 3-micrometer or more projected area diameter [which has the small projected area diameter which is 70% value of the total toner particle number 5000 in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range in the 3500th / 10 micrometer or less] size range It becomes the value which ******(ed) total of whenever [irregularity / of 1501 toner particles to the toner particle which has the greatest projected area diameter] by several 1501 of a toner particle which have a projected area diameter 10 micrometers or less more than the diameter of 70%.

[0086] moreover, this invention — setting — projected area diameter number distribution of a toner — in the coefficient of variation XA (0-30) of whenever [irregularity / of the toner particle below the diameter of 30% in 3 micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick] It is the value given with the percentage of standard deviation σ_{\max} (0-30) of distribution whenever [irregularity / of the toner particle contained in the size range below 3 micrometer or more 30% diameter of a projected area diameter to the number pitch diameter D of the toner particle by which a projected area diameter is contained in the size range below 3 micrometer or more diameter of 30% (0-30)]. In addition, the number pitch diameter D of the toner particle by which a projected area diameter is contained in the size range below 3-micrometer or more diameter of 30% (0-30) ****** total of the projected area diameter of the toner particle by which a projected area diameter is contained in the size range below 3-micrometer or more diameter of 30% with the toner particle number by which a projected area diameter is contained in the size range below 3-micrometer or more diameter of 30%, and is called for.

[0087] This coefficient of variation is an index for comparing [whenever / irregularity / of the toner particle contained in the size range below 3 micrometer or more 30% diameter of a projected area diameter] the breadth of distribution with the breadth of distribution whenever [irregularity / of the toner particle of a toner size range which removes a toner particle-size factor and is different]. Similarly, the coefficient of variation XA (35-65) of whenever [irregularity / of the toner particle below the diameter of 65%] and the coefficient of variation XA (70-100) of whenever [irregularity / of the toner particle more than the diameter of 70%] are called for from the following type more than the diameter of 35%.

XA (35-65) — among a $\{\sigma_{\max}(70-100)/D(70-100)\} \times 100$ [type [$\{\sigma_{\max}(35-65)/D(35-65)\} \times 100$ XA(70-100) =] [=] D (35-65) and D (70-100) — projected area diameter number distribution of a toner — the projected area diameter in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick total of the projected area diameter of the toner particle contained in the size range below the diameter of 65%, and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% The number pitch diameter of the toner particle contained in said specific size range which ******(ed) by the number of toner particles by which a projected area diameter is contained in the size range below the diameter of 65% and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% is expressed. $\sigma_{\max}(35-65)$ and $\sigma_{\max}(70-100)$ express the standard deviation of distribution whenever [irregularity / of the toner particle contained in the size range below the diameter of 65%, and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% of projected area diameters] —] .

[0088] In addition, standard deviation $\sigma_{\max}(0-30)$, $\sigma_{\max}(35-65)$, and $\sigma_{\max}(70-100)$ is called for from the following type.

$\sigma_{\max}(0-30) = \frac{\sqrt{\frac{1}{n(0-30)} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X}(0-30))^2}}{\sqrt{2}}$ — one — / — two — $\sigma_{\max}(35-65) = \frac{\sqrt{\frac{1}{n(35-65)} \sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X}(35-65))^2}}{\sqrt{2}}$ — one — / — two — $\sigma_{\max}(70-100) = \frac{\sqrt{\frac{1}{n(70-100)} \sum_{l=1}^n (X_l - \bar{X}(70-100))^2}}{\sqrt{2}}$ — one — / — two — [— a formula — inside — X_j , X_k , and X_l express whenever [irregularity / of each toner particle in the size range below the diameter of 65%, and more than the diameter of 70%] more than the diameter of 35% of projected area diameters below the diameter of 30% of projected area diameters. $n(0-30)$, $n(35-65)$, and $n(70-100)$ express the toner particle number contained in the size range below the diameter of 65%, and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% of projected area diameters below the diameter of 30% of projected area diameters —] .

[0089] Moreover, it sets to this invention and the circularity of a toner particle is following formula circularity = $(4\pi A)/(ML)^2$ and π].

[— the inside of a formula, and ML — Pythagoras of a particle projection image — law — expressing maximum length, A expresses the projected area of a particle image.] The value come out of and calculated is meant.

[0090] Moreover, in this invention, the value which ******(ed) total of the circularity of all the toner particles contained in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less in the number particle size distribution of a projected area diameter with the total measurement toner particle number n contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range is defined as the average circularity Y (0-

100).

[0091] Moreover, the coefficient of variation YA (0-100) of circularity is called for from the following type.

[0092] Coefficient-of-variation $YA(0-100) = [\text{sigmay}/D(0-100)] \times 100$ of circularity [among a formula, D (0-100) expresses the number pitch diameter which ~~is~~ total of the projected area diameter of the toner particle contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range with the total toner particle number n, and sigmay expresses the standard deviation of circularity distribution of the toner particle contained in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range].

[0093] In addition, standard deviation sigmay of circularity distribution is called for from the following formula. Standard deviation $\text{sigmay} = [\sum \{Y_i - Y(0-100)\}^2 / n]^{1/2}$ [Yi expresses the circularity of each toner particle in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range among a formula].

[0094] moreover, this invention — setting — projected area diameter number distribution of a toner — with the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick (0-30) projected area diameter number distribution of a toner — it is — a projected area diameter 3 micrometers or more — having — and projected area diameter number distribution of a toner — total of the circularity of a toner particle which has a projected area diameter below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick It is the value which ~~is~~ with the toner particle number n (0-30) which has a projected area diameter below 3-micrometer or more diameter of 30%. for example, when 5000 toner particles are measured by the 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range Total of the circularity of 1500 toner particles to a toner particle which has the small projected area diameter which is 30% value of the total toner particle number 5000 in the 1500th from the toner particle which has the minimum projected area diameter in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range The value which ~~is~~ by several 1500 of a toner particle which have a projected area diameter below 3-micrometer or more diameter of 30% serves as the average circularity Y (0-30). In an example when 5000 toner particles are similarly measured by the 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range More than the diameter of 35% the average circularity Y of the toner particle below the diameter of 65% (35-65) Total of the circularity of 1501 toner particles to a toner particle which has the small projected area diameter which is a value in the 3250th 65% from the toner particle which has the small projected area diameter which is 35% value of the total toner particle number 5000 in the 1750th in a 3-micrometer or more projected area diameter [10 micrometer or less] size range It becomes the value which ~~is~~ by several 1501 of a toner particle which has a projected area diameter below the diameter of 65% more than the diameter of 35%. The average circularity Y of the toner particle more than the diameter of 70% (70-100) In a toner particle to 3-micrometer or more projected area diameter [which has the small projected area diameter which is 70% value of the total toner particle number 5000 in the 3500th in a 3 micrometer or more projected area diameter / 10 micrometer or less / size range / 10 micrometer or less] size range It becomes the value which ~~is~~ total of the circularity of 1501 toner particles to a toner particle which has the greatest projected area diameter by several 1501 of a toner particle which has a projected area diameter 10 micrometers or less more than the diameter of 70%.

[0095] moreover, this invention — setting — projected area diameter number distribution of a toner — in the coefficient of variation YA (0-30) of the circularity of the toner particle below the diameter of 30% in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick A projected area diameter is the value given with the percentage of standard deviation sigmay (0-35) of circularity distribution of the toner particle contained in the size range below 3-micrometer or more 30% diameter of a projected area diameter to the number pitch diameter D of the toner particle contained in the size range below 3-micrometer or more diameter of 30% (0-30). This coefficient of variation YA (0-30) is an index for comparing the breadth of circularity distribution of the toner particle contained in the size range below 3-micrometer or more 30% diameter of a projected area diameter with the breadth of circularity distribution of the toner particle of a toner size range which removes a toner particle-size factor and is different. Similarly, the coefficient of variation YA (35-65) of the circularity of the toner particle below the diameter of 65% and the coefficient of variation YA (70-100) of the circularity of the toner particle more than the diameter of 70% are called for from the following type more than the diameter of 35%.

YA (35-65) — among $\text{sigmay}(70-100) / \text{sigmay}(35-65) = [D(35-65)] \times 100$ YA(70-100) = $[D(70-100)] \times 100$ [type D (35-65) and D (70-100) — projected area diameter number distribution of a toner — the projected area diameter in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less to kick total of the projected area diameter of the toner particle contained in the size range below the diameter of 65%, and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% The number pitch diameter of the toner particle contained in said specific size range which ~~is~~ by the number of toner particles by which a projected area diameter is contained in the size range below the diameter of 65% and more than the diameter of 70% more than the diameter of 35% is expressed.

[in the case of Si atom and a titania] aluminum atom in the case of Ti atom and an alumina when for example, a non-subtlety particle external additive is a silica) contained in the non-subtlety particle external additive adhering to a toner particle be the absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle in this invention.

[0105] The atomic number (number proportional to the coating weight of a non-subtlety particle external additive) of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive to each toner particle in this invention can be measured with the particle analyzer PT 1000 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make).

[0106] The particle analyzer PT 1000 is Japan. Hardcopy It is the microwave induction type atmospheric pressure helium plasma quantometer which measures by the principle of a 65-68-page publication of '97 collected works. This equipment is introduced to the hot non-thermal equilibrium mold plasma with a high electron temperature which exceeds every [a piece], electron density $5 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$, and excitation temperature 3,300K and 20,000K for particles, such as a toner, and the element of a luminescence object, a particle number, the atomic number (mass) of an element, and the particle size of a particle are analyzed from the emission spectrum accompanying the element which constitutes a particle by the plasma being excited. Luminescence wavelength can ask for an element and a particle number can ask for the number of luminescence peaks, and the atomic number (mass) of an element from the height of a luminescence peak, respectively.

[0107] In helium plasma luminescence, an element has an emission spectrum peculiar to each element. In order to ask for the atomic number in the inside of the sample of a certain element, it will be set as a spectroscope by making luminescence wavelength peculiar to the element into measurement wavelength, and the height of a luminescence peak will be measured. Measurement wavelength is the wavelength of moderate sensibility (in the cases of many high sensibility) from the content of the element in a sample, and it is desirable to choose the wavelength in which disturbance is not carried out by luminescence of other elements contained in a sample.

[0108] The non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle measured with the particle analyzer PT 1000 is the atomic number (mass) of the inorganic atom called for from the height of luminescence of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive which emits light synchronizing with luminescence of the carbon atom which is the configuration element of binding resin.

[0109] The non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle is calculated from the synchronia of luminescence of the carbon atom which is the configuration element of binding resin, and luminescence of the inorganic atom (in the case of Si atom and a titania, in the case of Ti atom and an alumina, it is aluminum atom when for example, a non-subtlety particle external additive is a silica) contained in a non-subtlety particle external additive.

[0110] When the difference of the luminescence time amount of a carbon atom and the luminescence time amount of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive is less than 26 msecs, the synchronia of luminescence is accepted and it is judged that luminescence of a carbon atom and the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive synchronizes. It is interpreted as meaning that the non-subtlety particle external additive has adhered to the **** bee and the toner particle front face.

[0111] When a luminescence time lag is larger than 26msec(s), it is judged as luminescence by the particle with separate luminescence of a carbon atom and an inorganic atom, and luminescence of an inorganic atom interprets it as meaning that the non-subtlety particle external additive is isolated from the toner particle front face.

[0112] In the particle analyzer PT 1000, an emission spectrum is electrical-signal-ized in photograph mull, an electrical signal peak is searched with the data converter of the resolving power for 130 microseconds, and memory of the electrical potential difference and time amount of a peak is carried out. The peak voltage value actually taken out as data is the cube root of the detected electrical potential difference.

[0113] The particle size of a particle is called for as the equivalent grain size which assumed the particle of the real ball made only by the measurement element called for from the atomic number (mass) of an element, or a conversion equivalent grain size as the compound by setting up the grain-size correction factor in the specific compound containing a measurement element.

[0114] The height of the luminescence peak in the specific wavelength in the emission spectrum of an element is proportional to the atomic number (mass) of the element mostly. Moreover, since the cube root of the atomic number of an element is proportional to an equivalent grain size (what assumed the particle of the real ball made only by the element when luminescence of a certain element was obtained), a cube root electrical potential difference will be proportional to particle diameter (conversion equivalent grain size to the specific compound containing an equivalent grain size and a measurement element).

[0115] It is thought that the non-subtlety particle external additive coating weight to each toner particle is proportional to the surface area of a toner particle in ideal externally adding (externally adding which satisfies all the requirements of the particle size of a non-subtlety particle external additive being almost uniform, being able

to ignore to a toner particle, a toner particle front face being fully smooth and homogeneous, and a non-subtlety particle external additive adhering to a toner particle in one or less layer at homogeneity).

[0116] Therefore, when a toner particle is a real ball, it is thought that the non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle is proportional to the 2-/cube of the cube root (cube root electrical potential difference) of the electrical potential difference obtained by carrying out photo electric conversion of the conversion (polystyrene) equivalent grain size and luminescence peak height of a carbon element which are measured with the particle analyzer PT 1000.

[0117] However, the non-subtlety particle external additive coating weight to the actual toner particle measured with the particle analyzer PT 1000 is not proportional to the 2-/cube of the cube root electrical potential difference of a carbon atom. This is considered because a requirement for a toner particle to attain not a real ball (whenever [circularity / of a toner particle / and irregularity / neither of] being 1) but ideal externally adding is not satisfied, either.

[0118] Between the cube root electrical potential differences of the carbon atom called for from the cube root electrical potential difference of the inorganic atom called for from the peak height of luminescence of the inorganic atom which is contained in the synchronizing non-subtlety particle external additive according to examination of this invention persons, and the peak height of luminescence of the carbon atom which is the configuration element of the binding resin of a toner particle, it is following type $Y=a-X^n$ ($n> 2/3$).

(— however, the cube root electrical potential difference of the carbon atom called for from the luminescence height of the carbon atom whose X is the configuration element of the binding resin of a toner particle, and Y are the cube root electrical potential differences of the inorganic atom called for from the height of luminescence of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive.) — it became clear that correlation is high.

[0119] It is thought that dispersion in the non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle is expressed by dispersion over correlation with the cube root electrical potential difference of the inorganic atom called for from the height of luminescence of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive and the cube root electrical potential difference of the carbon atom called for from the luminescence height of the carbon atom which is the configuration element of the binding resin of a toner particle.

[0120] this invention persons The end of wholeheartedly examination, To 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner The carbon called for from the luminescence height of the carbon atom which is the configuration element of the binding resin of the cube root electrical potential difference of an inorganic atom, and a toner particle called for from the height of luminescence of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive in which dispersion in the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number is shown more than the diameter of 35% number that can be set The absolute deviation to the above-mentioned correlation with an atomic cube root electrical potential difference Z (35-65), To 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner The cube root electrical potential difference of the inorganic atom called for from the height of luminescence of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive in which dispersion in the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter of 70% number which can be set is shown, and the cube root electrical potential difference of the carbon atom called for from the luminescence height of the carbon atom which is the configuration element of the binding resin of a toner particle Z (70-100) the absolute deviation to the above-mentioned correlation by satisfying following relational-expression $Z(35-65) < 0.3Z(70-100) < 0.3|Z(35-65)-Z(70-100)| < 0.10.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$ The toner grain-size dependency of the coating weight of the external additive to a toner particle was adjusted good, and also by long-term repeat use, compared with the former, fluctuation of the frictional electrification property of a toner was small, and the knowledge of the toner in which the development nature stabilized exceptionally and imprint nature are shown being obtained was carried out, and it resulted in this invention.

[0121] It measures in the environment of 60% of humidity at 23 degrees C 0.1%, using the gaseous helium of oxygen content as a concrete measuring method.

[0122] 247.860nm is used for measurement wavelength for example, by the carbon atom. Although recommendation measurement wavelength is set as the body of equipment, as for the measurement wavelength of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive, it is desirable to use 396.150nm by 232.232nm or 334.900nm, and aluminum atom with 288.160nm and Ti atom by Si atom for example. Measurement of the luminescence reinforcement of the inorganic element resulting from the carbon element and non-subtlety particle external additive resulting from the binding resin of a toner particle chooses the channel recommended by PT1000.

[0123] Using an exclusive sampler, a sample makes the toner of a minute amount stick to a filter (for 0.5

micrometers or less of an aperture to be desirable) with a diameter of 25mm, and creates it. As for the amount of adsorption toners, it is desirable to set up so that the number of luminescence of a carbon atom may become 800*200 pieces with one scan.

[0124] Measurement repeats a scan until the number of luminescence of a carbon atom becomes 10000 or more in all, and it integrates the number of luminescence.

[0125] Although the signal proportional to the atomic number (mass) of an element is detected in the particle analyzer PT 1000, in order to secure the dependability, the measurable range is restricted with each element (each measurement wavelength). For example, by the carbon atom (measurement wavelength of 247.860nm), it is about 1.9–13 micrometers (at the time of gaseous helium use of 0.1% oxygen content) in the diameter of polystyrene conversion. For this reason, by the toner particle which has a big particle size (13 micrometers or more), the carbon atomic weight contained to one toner particle becomes large, and it becomes difficult to measure a regular grain size of a toner. Therefore, when measuring the toner which has the particle of a comparatively big particle size, it is desirable to avoid this problem by measuring the cube root electrical-potential-difference value of the channel which measures a carbon atom by setup (setup of LowVoltage (1.8V)) made low.

[0126] The sensibility in the noise level and the measurement wavelength of an element resulting from turbulence of the plasma etc. is related to the minimum of measuring range. In order to measure a noise level for every scan and to set up a noise cut level in the particle analyzer PT 1000, it is desirable to use the data of only a scan to which the noise cut level was equal in data analysis.

[0127] In this invention, it analyzed using the data whose noise cut level is 1.2V by the carbon atom. Although the noise cut level of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive changed with selections of an element, measurement wavelength, etc., by Si atom, it analyzed using the data which are 1.3V by 1.3V and aluminum atom with 1.3V and Ti atom, for example.

[0128] Based on this data, Z (70–100) is computed for the absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle more than the diameter [in / for the absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle below the diameter of 65% number / Z (35–65), and 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner] of 70% number more than the diameter of 35% number in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of a toner.

[0129] First, the data of the luminescence time amount of the luminescence peak of all the particles measured with the noise cut level predetermined by the particle analyzer PT 1000 and the cube root electrical potential difference calculated from the luminescence peak are moved on the software for a spreadsheet or statistics processing.

[0130] All data are rearranged into ascending order on the basis of the cube root electrical potential difference of a carbon atom, the cube root electrical potential difference of a carbon atom is 0, and the data with which the cube root electrical potential difference of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive is obtained are carved. The data which were able to be carved here are excepted from the processed data for this invention as a thing resulting from the non-subtlety particle external additive which is isolated from a toner particle front face and exists independently.

[0131] Next, the frequency distribution curve of the cube root electrical potential difference of a carbon atom is created, and the mode value of a cube root electrical potential difference is calculated.

[0132] By the same technique, using the projected area diameter of the toner obtained with a multi-image analyzer, a number frequency distribution curve is created and the mode value of a projected area diameter is calculated.

[0133] It asks for the cube root electrical potential difference of the carbon atom which is equivalent to 3 micrometers of projected area diameters of the toner obtained with a multi-image analyzer, and 10 micrometers from the ratio of the mode value of a projected area diameter, and the mode value of a cube root electrical potential difference.

[0134] For example, when the mode value of the cube root electrical potential difference of the carbon atom from which the mode value of the projected area diameter of the toner obtained with a multi-image analyzer is acquired with the particle analyzer PT 1000 by 6 micrometers is 5V, 3 micrometers of projected area diameters and 10 micrometers shall be equivalent to the cube root electrical potential differences 2.5V and 8.33V of a carbon atom.

[0135] From said processed data, the data of under the cube root electrical potential difference on which the cube root electrical potential difference of a carbon atom is equivalent to 3 micrometers of projected area diameters, and data with the bigger cube root electrical potential difference of a carbon atom than the cube root electrical potential difference equivalent to 10 micrometers of projected area diameters are removed, and the parent data (data in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less) for asking for the absolute

deviation in this invention are created.

[0136] Next, 70% value of the cube root electrical potential difference of the carbon atom in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less is calculated. It is the cube root electrical potential difference of the carbon atom of the data which count 70% value from the data which have the minimum cube root electrical potential difference in the above-mentioned parent data, and have the cube root electrical potential difference small to the Q_{th} ($Q=0.7x_m$) which is a total of data several m [of the above-mentioned parent data] 70% value. When Q which is a total of data several m 70% value has a value below decimal point, an integer Q is determined by rounding off. Similarly, a value and 65% value are calculated 35%.

[0137] Next, about the parent data whose cube root electrical potential difference of a carbon atom is beyond 70% value, an axis of ordinate (Y-axis) is set as the cube root electrical potential difference of the inorganic atom which contains the cube root electrical potential difference of a carbon atom in a non-subtlety particle external additive at an axis of abscissa (X-axis), a scatter diagram graph is created, and it asks for power approximation curvilinear type $Y=\alpha X^\beta$ of this scatter diagram.

[0138] The value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom as a value of X of the obtained power approximation curvilinear type, and is obtained, The difference with the cube root electrical potential difference of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive corresponding to the cube root electrical potential difference of the substituted carbon atom was searched for, and what $**(\text{ed})$ this difference as a value of X of a power approximation curvilinear type with the value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom, and is obtained was computed as an error.

[0139] That to which the error integrated the error value and $**(\text{ed})$ only what is forward with the number of addition data is the absolute deviation Z in this invention (70-100).

[0140] Furthermore, the absolute deviation Z in this invention (35-65) is the following, and it makes and asks for it.

[0141] The value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom for the power approximation curvilinear type computed when asking for absolute deviation Z (70-100) as a value of X , and is obtained about the parent data whose cube root electrical potential differences of a carbon atom are beyond 35% value and below 65% value, The difference with the cube root electrical potential difference of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive corresponding to the cube root electrical potential difference of the substituted carbon atom was searched for, and what $**(\text{ed})$ this difference as a value of X of a power approximation curvilinear type with the value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom, and is obtained was computed as an error. It is the absolute deviation Z in this invention (35-65) which only that whose error is forward integrated the error value, and $**(\text{ed})$ it with the number of addition data among the data whose cube root electrical potential differences of a carbon atom are beyond 35% value and below 65% value.

[0142] In this invention, a toner needs to contain the toner particle more than 80 volume % in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of volume particle size distribution. When many particles are included in 10 micrometers or more by volume particle size distribution, the imprint nature as the whole toner falls and the definition of the thin line in the toner image obtained and the image quality of a graphic deteriorate. When many particles are included in both (3 micrometers or less or 3 micrometers or less, and 10 micrometers or more) by volume particle size distribution, the frictional electrification homogeneity as the whole toner falls, and becomes easy to produce fogging in the toner image obtained, or an image concentration fall. On the other hand, a toner cannot produce these problems easily due to containing the toner particle more than 80 volume % in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less of volume particle size distribution, and can acquire the effectiveness of the development nature and imprint nature by which this invention was stabilized.

[0143] In this invention, although the volume particle size distribution of a toner are measurable by various approaches, such as a Coulter counter TA-II mold or a coal tar multi-sizer (coal tar company make), the interface and personal computer which output volume particle size distribution using a coal tar multi-sizer (the Beckmann coal tar company make) in this invention are connected, and an electrolytic solution adjusts a NaCl water solution 1% using the 1st class sodium chloride. For example, ISOTON R-II (made in coal tar scientific Japan) can be used. as a measuring method — the inside of 100-150ml of said electrolysis water solutions — as a dispersant — a surface active agent — 0.1-5ml of alkylbenzene sulfonate is added preferably, and 2-20mg of test portions is added further. The volume integral cloth was computed by having carried out distributed processing of the electrolytic solution which suspended the sample for about 1 - 3 minutes with the ultrasonic distribution vessel, and having measured the volume of a toner particle 2 micrometers or more, and the number by said coal tar multi-sizer, using 100-micrometer aperture as an aperture.

[0144] The toner of this invention needs to have a non-subtlety particle external additive.

[0145] As for this non-subtlety particle external additive, it is desirable that the number pitch diameter (primary [an average of] particle diameter) of a primary particle is 4–100nm. Since the good fluidity of a toner is not acquired but the frictional electrification grant to a toner particle tends to become an ununiformity when the number pitch diameter of the primary particle of a non-subtlety particle external additive is too larger than the above-mentioned range, or when the non-subtlety particle external additive of the above-mentioned range is not added, problems, such as increase of fogging, a fall of image concentration, and toner scattering, are unavoidable. moreover, the shelf life of a toner falls and a toner wins popularity within image formation equipment — the welding or the toner particle of toner particles becomes easy to produce fixing in the member in image formation equipment with thermal or mechanical load. furthermore, when the number pitch diameter of the primary particle of a non-subtlety particle external additive is smaller than 4nm Since it becomes easy to carry out behavior as large floc of particle size distribution with coherent [coherent / of a non-subtlety particle external additive / becomes strong, and be hard to understand not by the primary particle but by crack processing / firm], It becomes easy to produce the image defect by damaging an image omission by development, image support, developer support, or a contact electrification member of floc of a non-subtlety particle external additive etc. As for the number pitch diameter of the primary particle of these viewpoints to a non-subtlety particle external additive, it is more desirable that it is 6–50nm, and it is still more desirable that it is 8–35nm.

[0146] In this invention, the number pitch diameter of the primary particle of a non-subtlety particle external additive is a value acquired by measuring as follows. That is, the photograph of the toner which carried out photomacrography with the scanning electron microscope, and the photograph of the toner mapped by the element which a non-subtlety particle external additive contains with elemental-analysis means, such as XMA further attached to the scanning electron microscope, can be contrasted, 100 or more primary particles of the non-subtlety particle external additive which adheres or separates and exists in the toner particle front face can be measured, and it can ask for a number pitch diameter.

[0147] Moreover, as for a non-subtlety particle external additive, in this invention, it is desirable to contain at least one sort chosen from a silica, a titania, and an alumina. For example, although the so-called both of the wet silica manufactured from the dry type silica called the so-called dry process or the fumed silica generated by vapor phase oxidation of a silicon halogenide as silica pulverized coal, water glass, etc. are usable, few dry type silicas of manufacture remnants, such as Na_2O and SO_3^- , with few [and] silanol groups in the interior of a front face and silica pulverized coal are more desirable. Moreover, in a dry type silica, by using other metal halogenated compounds, such as an aluminum chloride and a titanium chloride, with a silicon halogenated compound in a production process, it is also possible to obtain the compound pulverized coal of a silica and other metallic oxides, and they are also included.

[0148] Moreover, as for a non-subtlety particle external additive, in this invention, it is desirable that hydrophobing processing is carried out. By carrying out hydrophobing processing of the non-subtlety particle external additive, the fall of the electrification nature in the high-humidity environment of a non-subtlety particle external additive can be prevented, and the environmental stability of development properties, such as image concentration as a toner and fogging, can be raised more by raising the environmental stability of the amount of frictional electrifications of the toner particle by which the non-subtlety particle external additive adhered to the front face. By controlling fluctuation by the environment of the amount of frictional electrifications of a toner particle where the electrification nature of a non-subtlety particle external additive and a non-subtlety particle external additive adhered to the front face, the toner amount of supply to an image support top can be stabilized.

[0149] As a processing agent of hydrophobing processing, it is independent, or the processing agent like a silicone varnish, various denaturation silicone varnishes, silicone oil, various denaturation silicone oil, a silane compound, a silane KABBU ring agent, other organic silicon compounds, and an organic titanium compound may be used together and processed. Also in it, a non-subtlety particle external additive is especially preferably good to be processed by silicone oil at least.

[0150] That whose viscosity in 25 degrees C is 10–200,000 mm^2/s has [the above-mentioned silicone oil] a further 3,000–80,000 mm^2/s desirable thing. When the viscosity of silicone oil is too smaller than the above-mentioned range, there is an inclination for there to be no stability in processing of a non-subtlety particle external additive, for the processed silicone oil to ****, transfer or deteriorate with heat and mechanical stress, and for image quality to deteriorate. Moreover, when viscosity is too smaller than the above-mentioned range, there is an inclination for uniform processing of a non-subtlety particle external additive to become difficult.

[0151] Especially as silicone oil used, dimethyl silicone oil, methylphenyl silicone oil, alpha-methyl-styrene denaturation silicone oil, KURORU phenyl silicone oil, fluorine denaturation silicone oil, etc. are desirable, for example.

[0152] As the approach of processing of silicone oil, the non-subtlety particle external additive and silicone oil

which were processed, for example with the silane compound may be directly mixed using mixers, such as a Henschel mixer, and the approach of spraying silicone oil may be used for a non-subtlety particle external additive. Or after making a suitable solvent dissolve or distribute silicone oil, the approach of adding a non-subtlety particle external additive, mixing, and removing a solvent may be used. The approach using a point with comparatively little generation of the floc of a non-subtlety particle external additive to a sprayer is more desirable.

[0153] the throughput of silicone oil — the non-subtlety particle external additive 100 mass section — receiving — 1 – 30 mass section — 5 – 20 mass section is preferably good.

[0154] If there are too few amounts of silicone oil than the above-mentioned range, good hydrophobicity will not be acquired, but if many [too], faults, such as fogging generating, will arise.

[0155] Moreover, being processed by silicone oil after that is desirable at the same time it processes a non-subtlety particle external additive with a silane compound at least in this invention. When using a silane compound for processing of a non-subtlety particle external additive raises the adhesion to the non-subtlety particle external additive of silicone oil and it equalizes the hydrophobicity of a non-subtlety particle external additive, and electrification nature, it is especially preferably good.

[0156] After performing a silanizing reaction, for example as a first stage reaction and vanishing a silanol group by the chemical bond as processing conditions for a non-subtlety particle external additive, a hydrophobic thin film can be formed in a front face by silicone oil as a second stage reaction.

[0157] Moreover, as for the developer of this invention, it is desirable that the content of a non-subtlety particle external additive is 0.3 to 3.0 mass [of the whole toner] %. The effectiveness of adding a non-subtlety particle external additive, when there are too few contents of a non-subtlety particle external additive than the above-mentioned range is not fully acquired, and it becomes easy to carry out behavior as floc to which the superfluous non-subtlety particle external additive was isolated from the toner particle front face to the toner particle when [than the above-mentioned range] more [too], and the white omission on the image by the development of floc etc. is produced. As for a non-subtlety particle external additive, it is still more desirable that it is 0.5 to 2.5 mass [of the whole toner] %.

[0158] The non-subtlety particle external additive used by this invention has that desirable whose specific surface area by the nitrogen adsorption measured with the BET adsorption method is 20–250m²/g, and what is 40–200m²/g is more desirable. According to a BET adsorption method, specific surface area can make nitrogen gas able to stick to a sample front face using specific-surface-area measuring device auto SOBU 1 (Yuasa Ionics make), and can compute specific surface area using a BET multipoint method.

[0159] As a class of binding resin which the toner particle used for this invention has, styrene resin, styrene system copolymerization resin, polyester resin, polyvinyl chloride resin, phenol resin, natural denaturation phenol resin, natural resin denaturation maleic resin, acrylic resin, methacrylic resin, Pori acetic-acid vinyl, silicone resin, polyurethane resin, polyamide resin, furan resin, an epoxy resin, xylene resin, a polyvinyl butyral, terpene resin, cumarone indene resin, petroleum system resin, etc. can be used, for example.

[0160] As a comonomer to the styrene monomer of a styrene system copolymer For example, styrene derivative;, for example, an acrylic acid, or methyl acrylates, such as vinyltoluene, Acrylic ester, such as an ethyl acrylate, butyl acrylate, acrylic-acid dodecyl, acrylic-acid octyl, 2-ethylhexyl acrylate, and acrylic-acid phenyl; for example Methacrylic ester, such as a methacrylic acid or a methyl methacrylate, ethyl methacrylate, methacrylic-acid butyl, and methacrylic-acid octyl; for example The dicarboxylic acid ester which has double bonds, such as a maleic acid or maleic-acid butyl, maleic-acid methyl, and maleic-acid dimethyl; for example Vinyl ester, such as acrylamide, acrylonitrile, a methacrylonitrile, a butadiene or a vinyl chloride, vinyl acetate, and benzoic-acid vinyl; for example Ethylene system olefins, such as ethylene, a propylene, and a butylene; for example vinyl system monomers, such as vinyl ether [, such as vinyl ketones / , such as a vinyl methyl ketone and a vinyl hexyl ketone, / ,; for example, vinyl methyl ether, vinyl ethyl ether, and the vinyl isobutyl ether,],; are independent — or two or more are used.

[0161] Carboxylate which the compound which mainly has the double bond in which two or more polymerizations are possible as a cross linking agent here is used, for example, has two double bonds, such as aromatic series divinyl compound [, such as a divinylbenzene and divinyl naphthalene,],; for example, ethylene glycol diacrylate, ethylene glycol dimethacrylate, and 1,3-butanediol dimethacrylate; compound; which has divinyl compound [, such as a divinyl aniline, the divinyl ether, a divinyl sulfide, and a divinyl sulfone,]; and three or more vinyl groups is used as independent or mixture.

[0162] As for the glass transition point temperature (T_g) of binding resin, it is desirable that it is 50–70 degrees C. If glass transition point temperature is too lower than the above-mentioned range, the shelf life of a toner will fall to a case, and in being too high, it is inferior to fixable.

[0163] It is one of the desirable gestalten to make the toner particle used by this invention contain a wax

component. As a wax contained to the toner particle used for this invention Low molecular weight polyethylene, low molecular weight polypropylene, polyolefine, A polyolefine copolymer, a micro crystallin wax, paraffin wax, Aliphatic hydrocarbon system waxes, such as the Fischer Tropsch wax; Oxide [of aliphatic hydrocarbon system waxes such as oxidization polyethylene wax,]; Or the waxes which use fatty acid ester, such as those block copolymerization object; carnauba wax and montanoic acid ester wax, as a principal component; what was deoxidation-ized is mentioned [all / a part or] in fatty acid ester, such as deoxidation carnauba wax. Furthermore, saturation straight-chain fatty acid, such as a palmitic acid, stearin acid, a montanoic acid, or long-chain alkyl carboxylic acids that have a further long-chain alkyl group; Brassidic acid, Unsaturated fatty acid, such as an eleostearic acid and a BARINARIN acid; Stearyl alcohol, Aralkyl alcohol, behenyl alcohol, cull now BIRUARUKORU, Polyhydric alcohol [, such as a saturated alcohol; sorbitol,], such as long-chain alkyl alcohols which have cetyl alcohol, melissyl alcohol, or a further long-chain alkyl group; A linolic acid amide, Fatty-acid amides, such as oleic amide and a lauric-acid amide; Methylenebis octadecanamide, Saturated fatty acid screw amides, such as an ethylene VISCA pudding acid amide, an ethylene screw lauric-acid amide, and hexa methylenebis octadecanamide Ethylene screw oleic amide, hexa methylenebis oleic amide, Unsaturated fatty acid amides, such as a - dioleoyl adipic-acid amide, and N'N, N'-dioleoyl sebacic-acid amide; Meta xylene screw octadecanamide, [N, and] Aromatic series system screw amides, such as an N and N'-distearyl isophthalic acid amide; Calcium stearate, Lauric-acid calcium, zinc stearate, Fatty-acid metal salts, such as magnesium stearate ; (What is generally called metal soap) The partial esterification object of a fatty acid and polyhydric alcohol, such as a wax; behenic acid monoglyceride which made the aliphatic hydrocarbon system wax use and graft-ize vinyl system monomers, such as styrene and an acrylic acid; by the hydrogenation of vegetable fat and oil etc. The methyl ester compound which has the hydroxyl obtained is mentioned.

[0164] this invention — setting — this wax — the binding resin 100 mass section — receiving — desirable — 0.5 – 20 mass section — it is more preferably used in the range of 0.5 – 15 mass section.

[0165] conventionally independent [in well-known dyes and pigments, such as carbon black, lamp black, iron black, ultramarine blue, the Nigrosine color, the aniline bule, a copper phthalocyanine blue, Phthalocyanine Green, Hansa yellow G, rhodamine 6G, KARUKO oil blue, chrome yellow, Quinacridone, benzidine yellow, a rose bengal, a thoria reel methane system color, monoazo, and JISUAZO system dyes and pigments,] as a coloring agent which the toner particle used for this invention has — or it can be used, mixing.

[0166] As for the toner of this invention, it is desirable that it is the magnetic toner whose intensity of magnetization in magnetic field 79.6 kA/m is 10–40Am²/kg. As for the intensity of magnetization of a toner, it is more desirable that it is 20–35Am²/kg.

[0167] The reason for specifying the intensity of magnetization in magnetic field 79.6 kA/m in this invention is as follows. Although the intensity of magnetization (saturation magnetization) in magnetic saturation is used as an amount showing the magnetic properties of the magnetic substance, it is because the intensity of magnetization of the magnetic toner in the magnetic field which actually acts on a magnetic toner within image formation equipment in this invention is important. When a magnetic toner is applied to image formation equipment, the magnetic field which acts on a magnetic toner In order not to enlarge leakage of the magnetic field to the outside of image formation equipment, or in order to hold down the cost of a magnetic field generation source low In many image formation equipments marketed, it was dozens to 100 and dozens kA/m, and magnetic field 79.6 kA/m (1000 oersteds) was chosen as a typical value of the magnetic field which actually acts on a magnetic toner within image formation equipment, and the intensity of magnetization in magnetic field 79.6 kA/m was specified.

[0168] When the intensity of magnetization in magnetic field 79.6 kA/m of a toner is too smaller than the above-mentioned range, it becomes impossible for it to become difficult to perform toner conveyance by magnetic force, and to make homogeneity support a toner on toner support. Moreover, since the chain-like cluster of a toner cannot be formed in homogeneity when magnetic force performs toner conveyance, it becomes easy to produce fogging and image concentration nonuniformity. When the intensity of magnetization in magnetic field 79.6 kA/m is too larger than the above-mentioned range, the magnetic coherent one between toner particles increases and it becomes easy to produce tailing of an image, or spilling.

[0169] A toner particle is made to contain the magnetic substance as a means to obtain such a magnetic toner. As the magnetic substance which a toner particle is made to contain, the alloy of metals, such as metals, such as magnetic oxides of iron, such as magnetite, maghemite, and a ferrite, iron, cobalt, and nickel, or these metals, aluminum and cobalt, copper, lead, magnesium, tin, zinc, antimony, beryllium, a bismuth, cadmium, calcium, manganese, a selenium, titanium, a tungsten, and vanadium, and its mixture are mentioned.

[0170] As magnetic properties of these magnetic substance, that 1–100Am²/kg and whose coercive force 10–200Am²/kg and residual magnetization are 1 – 30 kA/m under magnetic field 795.8 kA/m for saturation magnetization is used preferably. These magnetic substance is used in the 20 – 200 mass section to the binding

resin 100 mass section. Especially the thing that is mainly concerned with magnetite also in such the magnetic substance is desirable.

[0171] Setting to this invention, the intensity of magnetization of a magnetic toner is the oscillatory type magnetometer VSM. It can measure by external magnetic field 79.6 kA/m at the room temperature of 25 degrees C using P-1-10 (Toei Industry make). Moreover, the magnetic properties of the magnetic substance can be measured by external magnetic field 796 kA/m at the room temperature of 25 degrees C.

[0172] Moreover, as for a toner, in this invention, it is desirable that the amount of frictional electrifications to the globular form iron powder of the particle size of the -200 mesh-on of 100-mesh pass is an absolute value, and is 20 - 100 mC/kg. When the amount of frictional electrifications of a toner is too smaller than the above-mentioned range in an absolute value, it becomes easy to produce the poor image like an imprint omission because the imprint nature of a toner particle falls. When the amount of frictional electrifications of a toner is too larger than the above-mentioned range in an absolute value, also by repeat use, the electrostatic coherent one of a toner increases in the pan with which it becomes difficult to stabilize the amount of frictional electrifications of a toner, and development nature falls. In the case of a magnetic toner, since a toner particle has magnetic coherent one, it is especially required to control electrostatic coherent one more, and as for the amount of frictional electrifications to the globular form iron powder of the particle size of the -200 mesh-on of 100-mesh pass of a magnetic toner, it is desirable that it is 25 - 50 mC/kg in an absolute value.

[0173] The measuring method of the amount of frictional electrifications of the toner in this invention is explained in full detail using a drawing. Fig. 6 is an explanatory view of the equipment which measures the amount of frictional electrifications of a toner. Under 23 degrees C and 60% environment of relative humidity, the mixture of the weight ratio 5:95 (it is iron powder carrier 9.5g for example, to toner 0.5g) of the toner which is going to measure the amount of frictional electrifications first, and the globular form iron powder carrier (for example, it is possible to use the globular form iron powder DSP 138 by the said sum iron powder company.) of the particle size of the -200 mesh-on of 100-mesh pass is put into the bottle made from polyethylene with a capacity of 50-100ml, and is shaken 100 times. Subsequently, about 0.5g of said mixture is put into the metal measurement container 62 which equips a bottom with the screen 63 of 500 meshes, and it covers with the metal free wheel plate 64. Weight of the measurement container 62 whole at this time is set into ****, and this is set to W1 (g). Next, in the suction machine 61 (the part which touches the measurement container 62 at least is *****), it draws in from the suction opening 67, the airflow control valve 66 is adjusted, and the pressure of a vacuum gage is set to 2450Pa. It draws in enough (for about 1 minute) in this condition, and suction removal of the toner is carried out. Potential of the electrometer 69 at this time is set to V (volt). 68 is a capacitor and sets capacity to C (micro F) here. Moreover, weight of the whole measurement container after suction is made into **** W2 (g). The amount of frictional electrifications of this toner is calculated like a bottom type.

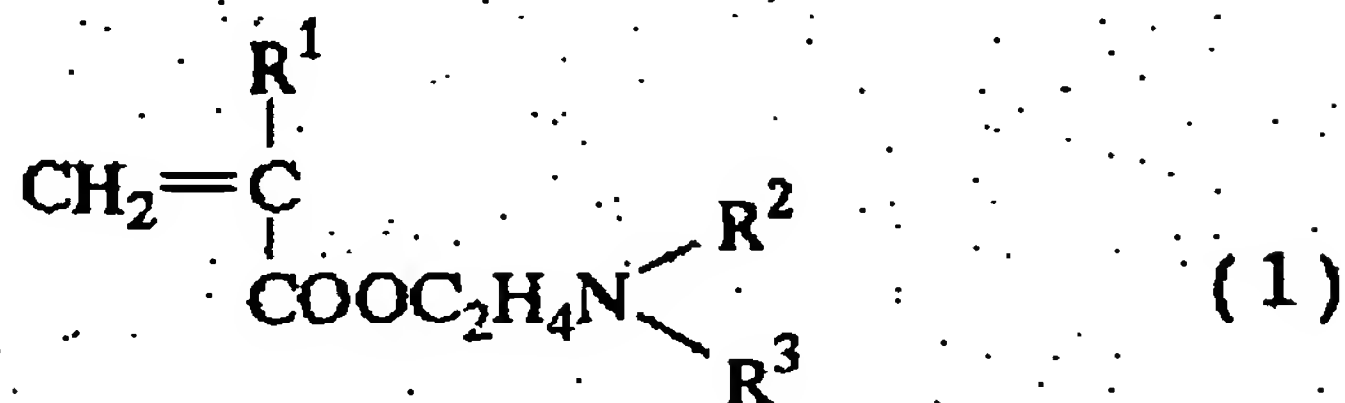
Amount (mC/kg) of frictional electrifications = $C \times V / \text{of a toner (W1-W2)}$

As for a toner, in this invention, it is desirable to contain an electric charge control agent. There is the following matter to control a toner to forward electric charge nature among electric charge control agents.

[0174] The conversion object by Nigrosine, a fatty-acid metal salt, etc.; Tributyl benzyl ammonium-1-hydroxy-4-naphth sulfonate, Quarternary ammonium salt, such as tetrabutylammonium tetrafluoroborate, And onium salt and these lake pigments, triphenylmethane dye, and these lake pigments (as a lake-ized agent), such as phosphonium salt which is these analogs, A **** tungstic acid, a **** molybdic acid, a **** tungsten molybdic acid, A tannic acid, a lauric acid, a gallic acid, a ferricyanide, ferrocyanide, etc., The metal salt of a higher fatty acid; Dibutyltin oxide, dioctyl tin oxide, JIORUGANO tin oxide, such as dicyclohexyl tin oxide; JIORUGANO tin borate; guanidine compounds, such as dibutyltin borate, dioctyl tin borate, and dicyclohexyl tin borate, an imidazole compound. It is independent, or two or more kinds of these can be combined, and can be used. Also in these, the quarternary ammonium salt a triphenylmethane color compound and whose counter ion are not halogens is used preferably. Moreover, the single polymer of the monomer expressed with a general formula (1): A copolymer with the polymerization nature monomer like the styrene mentioned above, acrylic ester, and methacrylic ester can be used as a forward electric charge nature control agent. In this case, these electric charge control agents also have the operation as binding resin (all or part).

[0175]

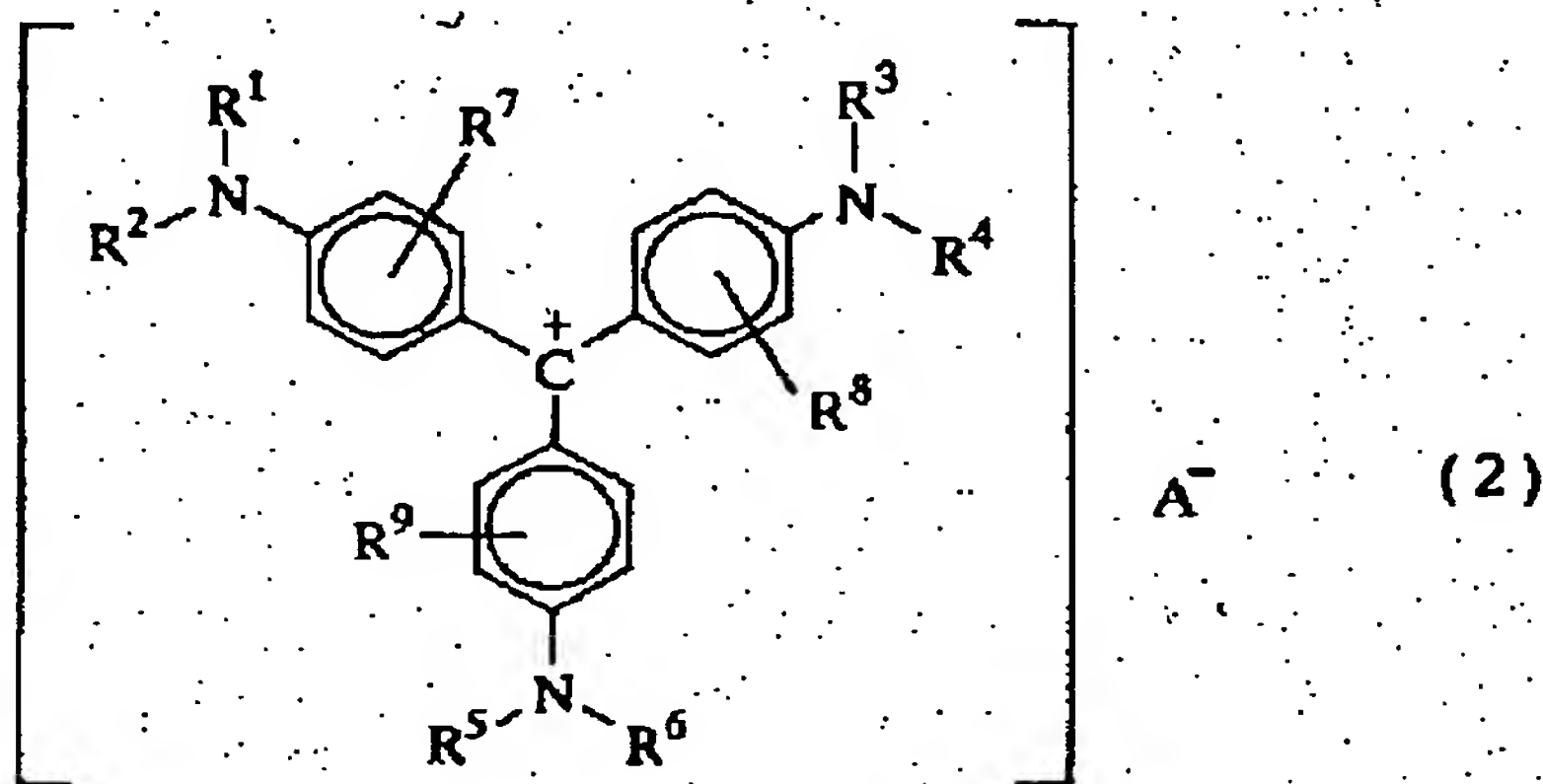
[Formula 1]



[0176] The compound expressed especially with the following general formula (2) is desirable in the configuration of this invention.

[0177]

[Formula 2]



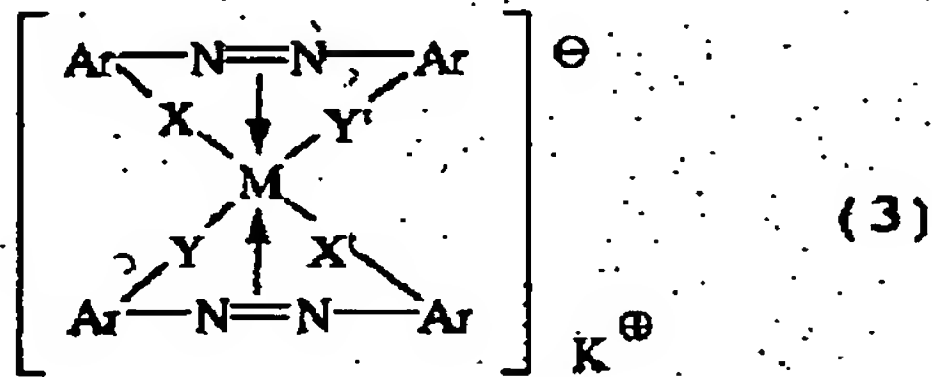
[0178] R1, R2, R3, R4, R5, and R6 express among [type the aryl group which is not permuted [the alkyl group which is not permuted / the hydrogen atom which may differ even if mutually the same respectively, a permutation, or /, a permutation, or]. R7, R8, and R9 express the hydrogen atom which may differ even if mutually the same respectively, a halogen atom, an alkyl group, and an alkoxy group. A⁻ is] which shows anions, such as sulfate ion, nitrate ion, way acid ion, phosphoric acid ion, a hydroxide ion, organic sulfate ion, organic sulfonic-acid ion, organic phosphoric acid ion, carboxylic-acid ion, organic way acid ion, and tetrafluoroborate.

[0179] Moreover, there is the following matter to control a toner to negative electric charge nature. For example, an organometallic complex and a chelate compound are effective and there is a metal complex of a monoazo metal complex, an acetylacetonate metal complex, an aromatic series hide ROKISHI carboxylic acid, and an aromatic series die carboxylic-acid system. There are other phenol derivatives, such as an aromatic series hide ROKISHI carboxylic acid, aromatic series monochrome, polycarboxylic acid and its metal salt, an anhydride, ester, and a bisphenol.

[0180] Moreover, the azo system metal complex expressed with the general formula (3) shown below is desirable.

[0181]

[Formula 3]

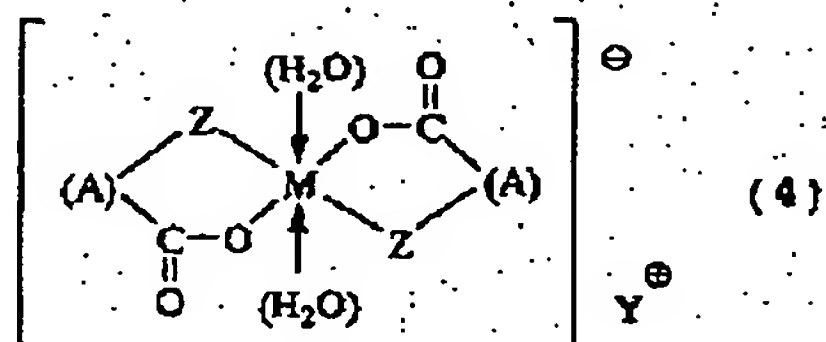


[式中、Mは配位中心金属を表わし、Sc、Ti、V、Cr、Co、Ni、Mn、Fe等が挙げられる。Arはアリール基であり、フェニル基、ナフチル基などが挙げられ、置換基を有していてもよい。この場合の置換基としては、ニトロ基、ハロゲン基、カルボキシ基、アニリド基および炭素数1～18のアルキル基、アルコキシ基などがある。X、X'、Y、Y'は-O-、-CO-、-NH-又は-NR-（Rは炭素数1～4のアルキル基）である。K[⊕]は水素、ナトリウム、カリウム、アンモニウム、脂肪族アンモニウムあるいはなしを示す。]

[0182] Especially as a central metal, Fe and Cr are desirable, a halogen, an alkyl group, and an anilide radical are desirable as a substituent, and hydrogen, ammonium, and aliphatic series ammonium are desirable as counter ion.

[0183] Or the basic organic-acid metal complex shown in the following general formula (4) also gives negative triboelectric charging, and can use it for this invention. Especially as a central metal, Fe, aluminum, Zn, Zr, and Cr are desirable, a halogen, an alkyl group, and an anilide radical are desirable as a substituent, and hydrogen, alkali metal, ammonium, and aliphatic series ammonium are desirable as counter ion. Moreover, the mixture of the complex salt with which counter ion differs is also used preferably.

[0184]
[Formula 4]



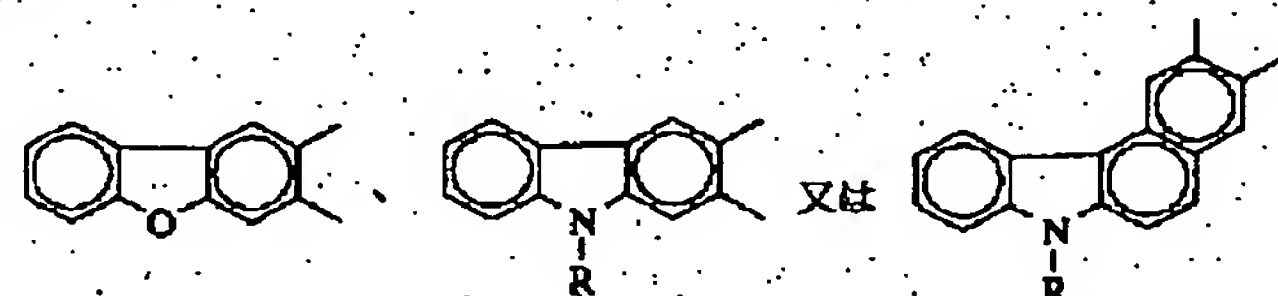
〔式中、Mは配位中心金属を表わし、Cr、Co、Ni、Mn、Fe、Zn、Al、Si、Bなどが挙げられる。Aは



(アルキル基などの置換基を有していてもよい)、



(Xは、水素原子、ハロゲン原子、ニトロ基、アルキル基を示す) および



(Rは、水素原子、C₁~C₁₈のアルキル又はアルケニル基を示す)を表わす。

Y[⊕]は、水素、ナトリウム、カリウム、アンモニウム、脂肪族アンモニウムあるいはなし等が挙げられる。

Zは —O— 又は —C(=O)—O— である。]

[0185] As an approach of making a toner containing an electric charge control agent, there are an approach of adding inside a toner particle and the approach of carrying out externally adding. although it is not what is determined as amount of these electric charge control agents used by the toner manufacture approach including the class of binding resin, the existence of other additives, and the distributed approach, and is limited uniquely — desirable — the binding resin 100 mass section — receiving — 0.1 — 10 mass section — it is more preferably used in the range of 0.1 — 5 mass section.

[0186] After mixing enough a component which was mentioned above with the mixer of a ball mill and others in manufacturing the toner particle concerning this invention, the method of using heat kneading machines, such as a heating roller, a kneader, and an extruder, kneading, performing surface treatment, such as toner configuration adjustment, grinding after cooling solidification, classification, and if needed, and obtaining a toner particle is desirable.

[0187] As a manufacturing installation used when manufacturing a toner particle by the grinding method As a mixer, for example, a Henschel mixer (Mitsui Mining Co., Ltd. make); super mixer (Kawata Mfg. make); RIBOKON (Okawara Mfg. Co., Ltd. make); NAUTA mixer, a turbulizer and SAIKURO mix (Hosokawa Micron CORP. make) A rhe DIGE mixer (pine baud company make) is mentioned.; — spiral pin mixer (product made from Pacific Ocean machine ** Co.); — As a kneading machine, it is begun to carry out KRC kneader (Kurimoto, Ltd. make); Bus KO kneader (product made from Buss);TEM die pressing, and is an opportunity (Toshiba Machine Co., Ltd. make);TEX 2 shaft kneading machine (Japan Steel Works, Ltd. make) ;P CM kneading machine (the Ikegai place company make); [3 roll mills, a mixing roll mill,] kneader (Inoue factory company make); — knee DEKKUSU (Mitsui Mining Co., Ltd. make); — MS type pressurized kneader — A Banbury mixer (Kobe Steel, Ltd. make) is mentioned. NIDARUDA (the Moriyama factory company make); as a grinder A counter jet mill, micron jet, an INOMAIZA (Hosokawa Micron CORP. make);IDS mold mill, A PJM jet pulverizer A turbo mill (turbo industrial company make) is mentioned. (Japanese pneumatic industrial company make); cross jet mill (Kurimoto, Ltd. make); — Ur Max (Nisso Engineering Co., Ltd. make); — SK Jet Ore Mill (Seishin Enterprise make); — KURIPU TRON (Kawasaki Heavy Industries, Ltd. make); — It is more desirable to use mechanical grinders, such as KURIPU TRON and a turbo mill, also in this. It is more desirable for a KURASSHIRU, Micron Classy fire, and SUPEDIKKUKURASHI fire (Seishin Enterprise make); turbo KURASSHI fire (Nissin engineering company make);

micron separator, TABOPU REXX (ATP), TSP separator (Hosokawa Micron CORP. make); elbow jet (Nittetsu Mining Co., Ltd. make), and dispersion separator (Japanese pneumatic industrial company make); YM micro cut (the Yasukawa business-affairs company make) to be mentioned, and to use hyperfractionation classifiers, such as elbow jet, also in this as a classifier. as the sieve equipment used in order to screen coarse grain etc. — an ultrasonic (Koei Sangyo CO., LTD. make); REZONA sheave and a gyroscope shifter (TOKUJU CO., LTD.); BAIBURA sonic system (Dalton Corp. make) — a; SONIKURIN (Sintokogio, Ltd. make); turbo screener (turbo industrial company make); micro shifter (Makino industrial company make); circular oscillating sieve etc. is mentioned.

[0188] As an additive to the toner aiming at the various property grants used by this invention, the following is used, for example.

(1) Abrasive material : metallic oxides (strontium titanate, cerium oxide, an aluminum oxide, a magnesium oxide, chrome oxide, etc.), nitrides (silicon nitride etc.), carbide, metal salts (silicon carbide etc.) (a calcium sulfate, a barium sulfate, calcium carbonate), etc.

(2) Lubricant : fluoro-resin powder (polyvinylidene fluoride, polytetrafluoroethylene, etc.), silicon system resin powder, fatty-acid metal salts (zinc stearate, calcium stearate, etc.), etc.

[0189] To the toner particle 100 mass section, 0.05 – 10 mass section is used and, as for these additives, 0.1 – 5 mass section is used preferably. These additives may be used independently or may be used together. [two or more]

[0190] As [both] the development approach in the image formation equipment using the toner of this invention, 1 component system or a two-component system development method can apply.

[0191] A magnetic toner is conveyed on toner *****, using magnetic force as a 1 component system developing-negatives method. The magnetic toner layer of a thin layer is formed on toner ***** using toner thickness specification-part material. It is desirable to apply the non-contact magnetism 1 component system development approach of obtaining a toner image by transferring a toner particle from on toner ***** to up to latent-image support, using the electric field which produced and cheated out of toner ***** and a 50–500–micrometer gap between the latent-image support and toner ***** which have and counter. Moreover, the toner layer of a thin layer is formed on toner ***** which has elasticity using a nonmagnetic toner and toner thickness specification-part material. Contact toner ***** or the electric field which produced and cheated out of the gap 500 micrometers or less between the latent-image support and toner ***** which have and counter are used. It is desirable by transferring a toner particle from on toner ***** to up to latent-image support to apply the contact or the non-contact nonmagnetic 1 component system development approach of obtaining a toner image.

[0192] The two-component system developer which mixed the carrier with a number mean particle diameter of 10–100 micrometers with the nonmagnetic toner or the magnetic toner by the ratio of 1 / 99 – 20/80 is made to support on toner ***** as a two-component system developing-negatives method. It is desirable to contact toner ***** from on this toner *****, or to apply the two-component system development approach of obtaining a toner image by transferring a toner particle on the latent-image support which has a gap 500 micrometers or less and counters.

[0193] It is possible to apply the electrostatic image transfer method to which a toner image is transferred from image support to up to imprint material by producing and cheating out of direct-current electric field between the image support and the imprint members which support a toner image through imprint material (record medium) as the imprint approach in the image formation equipment using the toner of this invention.

[0194] In this invention, an imprint process may be a process re-imprinted to imprint material (record media, such as paper), after imprinting the toner image formed of the development process on a middle imprint object. That is, the imprint material which receives the imprint of a toner image from image support may be middle imprint objects, such as an imprint drum. When using imprint material as a middle imprint object, a toner image is obtained from a middle imprint object by imprinting again to record media, such as paper. Various record media, such as pasteboard, are not approached by applying a middle imprint object, but the amount of transfer residual toners on image support can be reduced.

[0195] Moreover, in this invention, it is desirable that the imprint member is in contact with image support through imprint material (record medium) at the time of an imprint.

[0196] the contact imprint process which imprints the toner image on image support to imprint material while contacting image support in an imprint means through imprint material — as the contact pressure force of an imprint means — a linear pressure — 2.94 to 980 N/m, a certain thing is desirable and is 19.6 N/m – 490 N/m more preferably. If the contact pressure force of an imprint means is too smaller than the above-mentioned range, since generating of a conveyance gap of imprint material or a poor imprint becomes easy to take place, it is not desirable. When the contact pressure force is too larger than the above-mentioned range, degradation of a

photo conductor front face and adhesion of a toner particle are caused, and it comes to produce the toner welding on the front face of a photo conductor as a result.

[0197] As an imprint means in a contact imprint process, the equipment which has an imprint roller or an imprint belt is used preferably. It is preferably good that it is an elastic body by the layer of the solid or foaming texture to which the imprint roller had the conductive elastic layer which covers rodding and rodding at least, and the conductive elastic layer carried out combination distribution of the electro-conductivity applying agent like carbon black, a zinc oxide, the tin oxide, and carbonization silicon, and adjusted the electric resistance value (volume resistivity) to resistance in $10^6 - 10^{10}$ ohm-cm at the spring material like a polyurethane rubber and ethylene-propylene-diene polyethylene (EPDM).

[0198] As desirable imprint process conditions in an imprint roller, the contact pressure of an imprint roller is $2.94 - 490$ N/m, and is 19.6 N/m - 294 N/m more preferably. When the linear pressure as contact pressure force is too smaller than the above-mentioned range, a transfer residual toner increases and it becomes easy to check the electrification nature of image support. If the contact pressure force of an imprint means is too larger than the above-mentioned range, conductive impalpable powder becomes imprinted [tend] by imprint material by thrust, the electrification facilitatory effect of image support will fall and the recovery nature of the transfer residual toner in development coincidence cleaning will fall because the amount of supply to the image support or the contact electrification member of conductive impalpable powder decreases. Moreover, spilling of the toner on an image increases.

[0199] As for the direct current voltage impressed at the contact imprint process which carries out electrostatic image transfer of the toner image to imprint material while making an imprint means contact image support through imprint material, it is desirable that it is $0.2 - 10$ kV.

[0200]

[Embodiment of the Invention] Although an example is given to below and this invention is more concretely explained to it, this invention is not limited only to these examples.

[0201] As <example 1> binding resin, the styrene butyl acrylate maleic-acid butyl half ester copolymer (peak molecular weight 32,000) 100 mass section, as a coloring agent — magnetite (the bottom of magnetic field 795.8 kA/m — saturation magnetization — $85 \text{ Am}^2/\text{kg}$ —) Residual magnetization is mixed by $6 \text{ Am}^2/\text{kg}$, and coercive force mixes $5 \text{ kA}/\text{m}$] 90 mass section, the monoazo iron complex (negative triboelectric charging control agent) 2 mass section, and the polypropylene (release agent) 4 mass section with a blender. The crushing article which passed the mesh of 75 micrometers of openings obtained by carrying out coarse grinding after carrying out melting kneading by the extruder which heated mixture at 150 degrees C and cooling the obtained kneading object was pulverized using the pulverizer using a jet stream.

[0202] Furthermore, the obtained pulverizing article was strictly classified with the trichotomy classifier using the Coanda effect (cut size: toner particle diameter 3 micrometers and 8 micrometers). After grinding the coarse powder (about 35 mass [of a pulverizing article input] %) produced by this classification using a mechanical grinder, it mixed with inside powder and it obtained the toner particle 1 (the produced fines are about 15 mass [of a pulverizing article input] %, and this excepted.).

[0203] 1.2 mass % addition of A-1 which shows the toner particle 1 in Table 1 as a non-subtlety particle external additive to 98.8 mass % was done, it mixed to homogeneity by the mixer, and the toner 1 was obtained.

[0204] When the obtained toner 1 was measured by the approach using a coal tar multi-sizer (the Beckmann coal tar company make), volume mean particle diameter was 7.13 micrometers. The toner 1 contained the toner particle of 95.1 volume % from the volume particle size distribution acquired in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, the toner particle of 0.8 volume % was contained in the less than (2 micrometers or more) 3-micrometer size range, and the toner particle of 4.1 volume % was contained in the size range 10 micrometers or more (60 micrometers or less).

[0205] Moreover, circularity was measured whenever [projected area diameter / of each toner particle /, and irregularity] by the approach [toner / 1] using a multi-image analyzer (the Beckmann coal tar company make). The value concerning this invention obtained by analyzing the value acquired by this is shown in Table 2 - 4.

[0206] Furthermore, the cube root electrical potential difference of the inorganic atom called for from luminescence of the inorganic atom which contains a toner 1 in the non-subtlety particle external additive which synchronizes with the cube root electrical potential difference of the carbon atom called for from luminescence of the carbon atom which is the configuration element of resinous principles, such as binding resin of a toner particle, by the approach using the particle analyzer PT 1000 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make), and luminescence of a carbon atom was measured. The value concerning this invention obtained by analyzing the value acquired by this is shown in Table 5.

[0207] 1550g of obtained toners 1 was put into what (the print rate was sped up so that it might become a part for 40-sheet/at the time of continuation, and the toner hopper of a cartridge was large-capacity-ized)

converted laser beam printer LBP-950 (Canon, Inc. make) of marketing, and it evaluated with the repeat print of 30,000 sheets.

[0208] The appraisal method of a print image is described below.

[0209] (a) After ending early-stages of image concentration (40-50th sheet), and intermittent print-out of 30,000 sheets, it was left on the 2nd and the image concentration of the 1st sheet which switched on and printed out the power source again estimated. In addition, image concentration measured the relative concentration of the solid section [as opposed to the print-out image of the white part of 0.00 in manuscript concentration] using the "Macbeth reflection density meter" (made in Macbeth). An evaluation result is shown in Table 6. In addition, each notation in Table 6 means the following evaluations, respectively.

A: Image concentration sufficient in order that even an image [that it is very good and graphic] may express to high definition (1.40 or more)

B: Image concentration sufficient [it is good, and] in order to acquire high-definition image quality by the non graphic (1.35 or more and less than 1.40)

C: Image concentration permitted as enough [it is common, and] when recognizing an alphabetic character (1.20 or more and less than 1.35)

D: It is bad. Image concentration which is not permitted noting that concentration is thin (less than 1.20)

(b) After ending early-stages of image fogging, and intermittent print-out of 30,000 sheets, the print-out image was sampled, from the difference of the whiteness degree of the white part of a print-out image, and the whiteness degree of a transfer paper, fogging concentration (%) was computed and image fogging was evaluated. The whiteness degree was measured in "RIFUREKUTO meter" (Tokyo Denshoku Co., Ltd. make). An evaluation result is shown in Table 6. In addition, each notation in Table 6 means the following evaluations, respectively.

A: Fogging good [very] and generally non-recognized with the naked eye (less than 1.5%)

B: Fogging which cannot be recognized to be good and not to see carefully (1.5% or more thru/or less than 2.5%)

C: Usually. Recognizing fogging is fogging (2.5% or more thru/or less than 4.0%) permitted although it is easy.

D: It is bad. Fogging which it is recognized as image dirt and cannot be permitted (4.0% or more)

(c) Imprint effectiveness was evaluated after ending early-stages of imprint effectiveness, and intermittent print-out of 30,000 sheets. The transfer residual toner on the photo conductor at the time of solid black image formation was taped on the Mylar tape, imprint effectiveness stripped off, and although it stuck the stripped-off Mylar tape in the paper, it evaluated it by the numeric value which deducted the Macbeth concentration from the Macbeth concentration although only the Mylar tape was stuck in the paper. An evaluation result is shown in Table 6. In addition, each notation in Table 6 means the following evaluations, respectively.

A: It is very fitness (less than 0.05).

B: Fitness (0.05 or more and less than 0.1)

C: Usually (0.1 or more and less than 0.2)

D: It is bad (0.2 or more).

(d) The case where the poor image on which poor cleaning will be based by the time it ends intermittent print-out of 30,000 sheets from the early stages of cleaning nature did not arise was made into O, and the case where the poor image on which poor cleaning is based arose was made into x. An evaluation result is shown in Table 6.

[0210] In the example and the example of a comparison of this invention, whenever [average irregularity / of the toner particle in the size range defined as each], using the multi-image analyzer (the Beckmann coal tar company make), the coefficient of variation of the coefficient of variation of whenever [concavo-convex], average circularity, and circularity is the following, and was made and computed.

[0211] That is, several drops of surfactants are added into 100-300ml of water which removed detailed comfort through the filter. A test portion is added to this a suitable amount (for example, 2-50mg), an ultrasonic distribution machine performs distributed processing for 3 minutes, and it measures using the sample variance liquid which adjusted the particle concentration of a test portion. Light is emitted in a stroboscope by making the pulse of the electric resistance change at the time of a particle passing 100-micrometer aperture into a trigger, and a particle image is photoed with a CCD camera. Under the present circumstances, although the pulse of the height more than a threshold is made into the trigger signal which makes a stroboscope emit light by making the pulse height of the electric resistance change more than a certain constant value into a threshold, it is required to set up a threshold so that the particle of 3 micrometers or more of projected area diameters may be photoed certainly. In order to raise the precision of synchronous luminescence of a stroboscope to passage of a particle and to obtain a particle image with little dotage, it is required to carry out the count of synchronous luminescence of a stroboscope (namely, photography rate of a particle image) in 60 or less times/second, and it is desirable to adjust the particle number which passes an aperture by adjusting the concentration of sample variance liquid, stirring conditions, etc. so that a second may come in 30 or less times /. It measured by setting up the photography rate of a particle image in fact, so that a second may come in 10-20 pieces /.

[0212] The number about 300,000 CCD camera of effective pixels is used for photography of a particle image through the optical system of one 40 times the optical scale factor of this combining the 20 times as many objective lens as this and the twice as many converter lens as this. Resolution is about 0.25 micrometers / 1 pixel. This particle image is downloaded to a personal computer, and carries out image analysis after binary-izing.

[0213] The particle shape data of an aspect ratio and the ratio of an envelopment boundary length and a boundary length are obtained through image analysis the projected area diameter of a particle, the diameter of the longest, area, the grain-size data of a spherical equivalent diameter and circularity, and whenever [concavo-convex]. Since the photography image-grain-size data configuration measurement data of all measurement particles is saved and it corresponds, when there is a photography image in which the precision of image analysis is reduced and which faded notably, the data per particle corresponding to the photography image which faded are deleted. The obtained numeric data was incorporated for the software (for example, Microsoft Excel 2000) which has a statistics processing facility, and the coefficient of variation of the coefficient of variation of whenever [concavo-convex], average circularity, and circularity was computed whenever [average irregularity / of the size range defined as each].

[0214] In the example and the example of a comparison of this invention, using the particle analyzer PT 1000 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make), the absolute deviation of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle in the size range defined as each is the following, and was made and computed.

[0215] It measured in the environment of 60% of humidity at 23 degrees C 0.1%, using the gaseous helium of oxygen content as a concrete measuring method.

[0216] 247.860nm was used for measurement wavelength by the carbon atom. 288.160nm was used for the measurement wavelength of the inorganic atom contained in a non-subtlety particle external additive by Si atom. Measurement of the luminescence reinforcement of the inorganic element (Si atom) with which measurement of the luminescence reinforcement of the carbon element resulting from the binding resin of a toner particle originates one channel of a spectroscope in a non-subtlety particle external additive chose two channels of a spectroscope.

[0217] Using the exclusive sampler, the sample made the toner of a minute amount stick to a filter (for an aperture to be 0.4 micrometers) with a diameter of 25mm, and created it. The amount of adsorption toners was set up so that the number of luminescence of a carbon atom might become 800*200 pieces with one scan.

[0218] Measurement repeats a scan until the number of luminescence of a carbon atom becomes 10000 or more in all, and it integrates the number of luminescence.

[0219] By the carbon atom, the noise cut level of the inorganic atom (Si atom) which a noise cut level contains in a non-subtlety particle external additive using the data which are 1.2V analyzed using the data which are 1.3V.

[0220] First, only the data with which the cube root electrical potential difference of a carbon atom and the cube root electrical potential difference of an inorganic atom (Si atom) synchronize are picked out from the data of the luminescence time amount of the luminescence peak of the measured particle, and the cube root electrical potential difference calculated from the luminescence peak.

[0221] Next, it was 5.41V, when the frequency distribution curve of the cube root electrical potential difference of a carbon atom was created and the mode value of a cube root electrical potential difference was calculated.

[0222] Since the mode value of the projected area diameter of the toner obtained with a multi-image analyzer was 5.55 micrometers, the ratios of the mode value of a projected area diameter and the mode value of a cube root electrical potential difference were $5.55 / 5.41 = 1.026$.

[0223] Therefore, the cube root electrical potential difference of the carbon atom equivalent to 3 micrometers of projected area diameters of the toner obtained with a multi-image analyzer was $3/1.026 = 2.92\text{V}$, and the cube root electrical potential difference of the carbon atom equivalent to 10 micrometers was $10/1.026 = 9.75\text{V}$.

[0224] From said processed data, the data of under the cube root electrical potential difference (2.92V) on which the cube root electrical potential difference of a carbon atom is equivalent to 3 micrometers of projected area diameters, and data with the bigger cube root electrical potential difference of a carbon atom than the cube root electrical potential difference (9.75V) equivalent to 10 micrometers of projected area diameters were removed, and the parent data (data in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less) which consist of 7384 particle data were created.

[0225] From this parent data, 70% value of the cube root electrical potential difference of the carbon atom in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less was cube root electrical-potential-difference 6.11V of the carbon atom of data which has the cube root electrical potential difference small to the 5169th which is a total of data several m [of the above-mentioned parent data] 70% value.

[0226] Next, when the axis of ordinate (Y-axis) was set as the cube root electrical potential difference of the inorganic atom which contains the cube root electrical potential difference of a carbon atom in a non-subtlety particle external additive at an axis of abscissa (X-axis), the scatter diagram graph (shown in drawing 1) was created and it asked for the power approximation curvilinear type of this scatter diagram about the data whose cube root electrical potential difference of a carbon atom is beyond 70% value among parent data, it is $Y = \alpha - X\beta$ ($\alpha = 0.146$; $\beta = 0.865$).

It came out.

[0227] The value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom as a value of X of the obtained power approximation curvilinear type, and is obtained, A difference with the cube root electrical potential difference of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive corresponding to the cube root electrical potential difference of the substituted carbon atom is searched for. Compute as an error what $**(\text{ed})$ this difference as a value of X of a power approximation curvilinear type with the value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom, and is obtained, and only that whose error is forward integrates that error value, and is $**(\text{ed})$ by 1062 addition data. It asked for the absolute deviation Z in this example 1 (70-100) with 0.132.

[0228] furthermore, absolute deviation Z (35-65) about the parent data whose cube root electrical potential differences of a carbon atom are beyond 35% value and below 65% value The value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom for the power approximation curvilinear type computed when asking for absolute deviation Z (70-100) as a value of X, and is obtained, A difference with the cube root electrical potential difference of the inorganic atom contained in the non-subtlety particle external additive corresponding to the cube root electrical potential difference of the substituted carbon atom is searched for. What $**(\text{ed})$ this difference as a value of X of a power approximation curvilinear type with the value of Y which substitutes the cube root electrical potential difference of a carbon atom, and is obtained is computed as an error. Only that whose error is forward among the data whose cube root electrical potential differences of a carbon atom are beyond 35% value and below 65% value integrated the error value, was $**(\text{ed})$ by 703 addition data, and it asked for the absolute deviation Z in this example with 0.156.

[0229] In the <example 1 of comparison> example 1, after pulverizing using the pulverizer using a jet stream, the obtained pulverizing article is strictly classified with the trichotomy classifier using the Coanda effect (cut size: toner particle diameter 3 micrometers and 8 micrometers), and it mixes with inside powder, after grinding the coarse powder (about 35 mass [of a pulverizing article input] %) produced by this classification using the pulverizer using a jet stream. It classified strictly with the trichotomy classifier which used the Coanda effect again, and the toner particle 2 was obtained so that it might become the same particle size distribution as the toner particle 1 of an example 1 about the obtained toner particle.

[0230] The toner 2 of which 1.2 mass % addition was done in A-1 as a non-subtlety particle external additive was obtained like the example 1 except using the toner particle 2 for the toner particle 1 instead. It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 2. An evaluation result is shown in Table 6.

[0231] In the collision type air-current grinder using a jet stream, convey a fine-particles raw material by the jet stream, make it blow off from an acceleration tube outlet, this fine-particles raw material is made to collide with the collision member countered and prepared in the outlet ahead of an acceleration tube outlet, and that impulse force grinds a fine-particles raw material. Drawing 2 is drawing explaining the collision type air-current grinder using the jet stream of the conventional example which was used in producing the toner particle 2 of the example 1 of a comparison. Based on this drawing 2 , that detail is explained below. The collision member 25 is formed in the location which countered the outlet 24 of the acceleration tube 23 which connected the high-pressure gas supply nozzle 22 like which showed this collision type air-current grinder to drawing 2 . By flow of the high-pressure gas (compressed air of pressure 0.59MPa(G) 6.0Nm³/min) supplied to the acceleration tube 23 Inject the fine-particles raw material attracted to the acceleration tube 23 interior from the ground object feed hopper 21 currently opened for free passage by the halfway of an acceleration tube 23 from the outlet 24 of an acceleration tube 23 with a high-pressure gas, make it collide with the collision side 26 of the collision member 25, it is made to collide secondarily as the pulverization-chamber side attachment wall 28 further, and the impact grinds it. And a grinding object is discharged from the grinding object outlet 27 arranged behind the collision member 25. It is mixed with raw material fine particles, a grinding object is sent to a classifier, the fine powder classified by the classification is discharged out of a system, coarse powder is again introduced from the ground object feed hopper 21 to the grinding section, and grinding is repeated. Since grinding is performed by the big mechanical shock force when grinding a toner using the collision type air-current grinder using such a conventional jet stream, whenever [conglobation / of the grinding object obtained] is low. Although it is [whenever / concavo-convex] possible to bring circularity close to a globular form if the efficiency of

comminution is reduced sharply (if a hard toner is used or it sets up the mechanical shock force small), it is not realistic in respect of productivity. Moreover, if a toner is ground using the collision type air-current grinder using the conventional jet stream, since the ratio of the particle by which the thing which has a small particle size was repeatedly introduced into the grinding section will become large among the particle size distributions of the grinding object obtained, the inclination for a configuration to approach a globular form and to become more distorted [what has a bigger particle size / a configuration] is strong.

[0232] By on the other hand, grinding of the toner using the collision type air-current grinder using the jet stream as an example 1 showed to drawing 3 The grinding object discharged from the grinding object outlet 27 to an air-current type trichotomy classifier Delivery, A classification is performed strictly and fine powder is discharged out of a system. Inside powder in a pulverizing article hopper Delivery, Coarse powder classifies the pulverizing article it is unrefined from delivery and the coarse powder by which mechanical grinding was further carried out with powder while air-current grinding was carried out in a pulverizing article hopper with an air-current type trichotomy classifier, after mechanical grinding equipment grinds again, and while being obtained, it makes powder the toner particle 1. The coarse powder in this case is again sent to a mechanical grinder, and fines are discharged out of a system.

[0233] By adopting such a grinding approach, with the collision type air-current grinder, when the configuration of a grinding object grinds again a toner particle with a big particle size with the strong inclination for a configuration to become distorted, with the mechanical grinder which is easy to approach a globular form, dispersion in whenever [by the grain size of a grinding toner / irregularity], and circularity is controlled.

[0234] In addition, as for the toner raw material supplied to a collision type air-current grinder, it is desirable that coarse grinding is beforehand performed so that volume mean particle diameter may be set to 50 micrometers or less. Moreover, as for the collision member 25 of a collision type air-current grinder, it is desirable that the device is made by the configuration for raising the efficiency of comminution. In the collision type air-current grinder shown in drawing 3 , by forming the projection 31 of a cone form in the collision side 26 of a collision member Decline in the efficiency of comminution by a ground object and the grinding object reflected in respect of [26] a collision living together near the collision side 26 is controlled, fine-particles concentration near the collision side is made low, and the efficiency of comminution is raised by making it collide with the pulverization-chamber side attachment wall 28 secondarily efficiently. Moreover, generation of the grinding particle of an extremely distorted configuration is controlled to coincidence.

[0235] moreover, in the air-current type classifier used in the example 1 Fine particles are made to blow off from the supply nozzle 116 which has opening in the classification region 130 of the classifier room 132 into the classification room 132 with an air current at high speed, as shown in drawing 4 and drawing 5 . In the classification room 132 The centrifugal force of the curve air current which flows along with the KOAN dub lock 126 in the classification region 130, fine particles were divided into three kinds of groups, coarse powder, inside powder, and fines, and the classification article of coarse powder, inside powder, and fines has been obtained with the classification edges 117 and 118 which became thin [a tip].

[0236] A process defined system really which is shown in drawing 5 comes to connect the trichotomy classifier 101 which is an example of the air-current type classifier of this invention, the constant feeding machine 102, a vibrating feeder 103, and the uptake cyclones 104, 105, and 106 with a suitable free passage means.

[0237] In a process defined system, first, a fine-particles raw material is sent into the constant feeding machine 102 by the proper means, and, subsequently is really [this] introduced into the trichotomy classifier 101 with the feeding tubing 116 through a vibrating feeder 3. At this time, a fine-particles raw material is introduced in the trichotomy classifier 101 by the about 50-300m [/second] rate of flow. Since magnitude of the classification room of the trichotomy classifier 101 is usually made into [10-50cm] x [10-50cm] extent, a fine-particles raw material is divided into three or more sorts of particle groups in the instant for 0.1 or less seconds or 0.01 seconds or less. For example, in the example shown in drawing 4 , it is divided into a large particle (coarse grain), the particle (particle of the particle diameter within a convention) of middle magnitude, and a small particle (particle below convention particle diameter) by the trichotomy classifier 1, respectively.

[0238] Then, a large particle is discharged out of a system through an exhaust port 111, and is recovered by the uptake cyclone 106 as a coarse powder object. The particle of middle magnitude is discharged out of a system through an exhaust port 112, and, if possible, are collected by the product (toner) with the uptake cyclone 105. A small particle is discharged out of a system through an exhaust port 113, and is recovered by the uptake cyclone 104 as pulverized coal. In the example explained above, the uptake cyclones 104, 105, and 106 are carrying out the work as a suction reduced pressure means for carrying out suction installation of the fine-particles raw material through the feeding tubing 116 at a classification room.

[0239] 1.0 mass % addition of A-2 which shows the <example 2 of comparison> toner particle 1 in Table 1 as a non-subtlety particle external additive to 98.8 mass % was done, it mixed to homogeneity by the mixer, and the

toner 3 was obtained.

[0240] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 3. An evaluation result is shown in Table 6.

[0241] It applied to the toner conglomeration equipment by repeating the heat mechanical shock force and giving the toner particle 1 obtained in the <example 2> example 1, and the toner particle 4 was obtained. The toner 4 made to be the same as that of an example 1 1.2 mass % addition in A-1 shown in Table 1 as a non-subtlety particle external additive was obtained except using the toner particle 4 for the toner particle 1 instead.

[0242] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 4. An evaluation result is shown in Table 6.

[0243] The conglomeration processing by the heat mechanical shock force explains concretely an example of an approach which forces a toner particle according to a centrifugal force inside casing, and repeats and gives the heat mechanical shock force by compressive force and frictional force at least by the wing which carries out high-speed rotation, referring to drawing 7 and drawing 8.

[0244] As shown in drawing 8, rotation Rota of four sheets is installed in the direction of a vertical, and the processor shown in drawing 7 rotates the rotation driving shaft 3 with an electric motor 34 so that the peripheral speed of rotation Rota 2a thru/or the 2d outermost edge may become a second in 100m /. Rotation Rota 2a at this time thru/or the rotational frequency of 2d are 130s-1. Furthermore, suction Blois 24 is worked and the amount of air currents generated by blade 9a thru/or 9d rotation, equivalent, or more airflow than it are attracted. The toner particle by which suction installation was carried out and the toner particle was introduced into the hopper with air from a feeder 15 It is introduced into the center section of 1st cylindrical processing room 29a through the fine-particles supply pipe 31 and the fine-particles feed hopper 30, and a blade and a side attachment wall 7 receive conglomeration processing by 1st cylindrical processing room 29a. Subsequently The toner particle which received conglomeration processing passes along 1st fine-particles exhaust port 10a prepared in the center section of guide plate 8a, is introduced into the center section of 2nd cylindrical processing room 29b, and receives conglomeration processing with a blade and a side attachment wall further.

[0245] The toner particle by which conglomeration processing was carried out by 2nd cylindrical processing room 29b It is introduced into the center section of 3rd cylindrical processing room 29c through 2nd fine-particles exhaust port 10b prepared in the center section of guide plate 8b. Furthermore a blade and a side attachment wall receive conglomeration processing, a toner particle is further introduced into the center section of 4th cylindrical processing room 29d through 3rd fine-particles exhaust port 10c prepared in the center section of guide plate 8c, and a blade and a side attachment wall receive conglomeration processing. The air which is conveying the toner particle is discharged out of the system of a process defined system through the taking-out tubing 13, a pipe 17, a cyclone 20, a bag filter 22, and suction Blois 24 via cylindrical processing room 29a of the 1st thru/or 4 thru/or 29d.

[0246] In the cylindrical processing interior of a room, with a blade, the introduced toner particle receives a mechanical blow operation momentarily, further, collides with a side attachment wall and receives the mechanical shock force. By rotation of the blade of the predetermined magnitude currently installed in rotation Rota, the convection current through which it circulates from a periphery to a center section occurs from a center section to a periphery, and a toner particle piles up in the cylindrical processing interior of a room, and receives conglomeration processing in the headroom of a rotation Rota side. The residence time of a toner particle is adjusted by the number of sheets of the rotational speed of rotation Rota, the number of rotations, the height of a blade and width of face, and a blade, and is adjusted by the suction airflow of suction Blois.

[0247] By going via each cylindrical processing room, a toner particle is conglobated efficiently continuously.

[0248] Moreover, it is also one of the desirable examples to use the high BURITAZESHON system currently commercialized as a product made from Nara Machine as equipment of a batch type.

[0249] It is a styrene butyl acrylate divinylbenzene copolymer (peak molecular weight 15,000) as <example 3> binding resin. as the glass transition point temperature of 65 degrees C 100 mass section, and magnetic powder — magnetite (the bottom of magnetic field 795.8 kA/m — saturation magnetization — 85Am²/kg —) Residual magnetization is mixed by 6Am²/kg, and coercive force mixes the aluminum complex (negative triboelectric charging control agent) 2 mass section of 5kA[/m] 90 mass section, 3, and 5-Jeter SHARUBU chill salicylic acid, and the polypropylene (release agent) 2 mass section with a blender. Melting kneading was carried out by the extruder which heated mixture at 130 degrees C. After [cooling] coarse grinding of the obtained kneading object was carried out, and it was pulverized using the mechanical grinder. The obtained pulverizing article was strictly classified with the trichotomy classifier using the Coanda effect (cut size: toner particle diameter 3 micrometers and 7 micrometers). The coarse powder (about 50 mass [of a pulverizing article input] %) produced by this classification is again ground using a mechanical grinder. Toner conglomeration processing by inside powder repeating and giving the heat mechanical shock force is performed (the produced fines are about 5 mass [of a

pulverizing article input] %, and this excepted.).

[0250] While performing the pulverizing article (coarse powder) and heat mechanical conglobation processing which were again ground using the mechanical grinder, powder was mixed, and it classified strictly with the trichotomy classifier which used the Coanda effect again, and the toner particle 5 was obtained.

[0251] To 99.0 mass %, 1.0 mass % addition of A-3 was done, the toner particle 5 was mixed to homogeneity by the mixer as a non-subtlety particle external additive, and the toner 5 was obtained.

[0252] When the obtained toner 5 was measured by the approach using a coal tar multi-sizer (the Beckmann coal tar company make), volume mean particle diameter was 6.95 micrometers. The toner 5 contained the toner particle of 95.4 volume % from the volume particle size distribution acquired in 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less, the toner particle of 2.5 volume % was contained in the less than (2 micrometers or more) 3-micrometer size range, and the toner particle of 2.1 volume % was contained in the size range 10 micrometers or more (60 micrometers or less).

[0253] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 5. An evaluation result is shown in Table 6.

[0254] In the <example 3 of comparison> example 3, after pulverizing using a mechanical grinder, it classified strictly with the trichotomy classifier using the Coanda effect, and the toner particle 6 was obtained so that it might become the same particle size distribution as the toner particle 5 of an example 3 about the pulverizing article obtained without performing toner conglobation processing.

[0255] The toner 6 made to be the same as that of an example 3 1.0 mass % addition in the non-subtlety particle external additive A-3 shown in Table 1 was obtained except using the toner particle 6 for the toner particle 5 instead.

[0256] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 6. An evaluation result is shown in Table 6.

[0257] Conglobation processing was carried out using the toner conglobation equipment by repeating the heat mechanical shock force and giving again, the toner particle 5 obtained in the <example 4> example 3, and the toner particle 7 was obtained. The toner 7 made to be the same as that of an example 3 1.0 mass % addition in the non-subtlety particle external additive A-3 shown in Table 1 was obtained except using the toner particle 7 for the toner particle 5 instead.

[0258] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 7. An evaluation result is shown in Table 6.

[0259] The toner 8 with which 1.0 mass % addition of the non-subtlety particle external additive A-3 shown in Table 1 was done like the example 4 was obtained except changing the toner particle 7 obtained in the <example 4 of comparison> example 4, and the externally adding reinforcement of the non-subtlety particle external additive A-3.

[0260] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 8. An evaluation result is shown in Table 6.

[0261] It is a styrene butyl acrylate maleic-acid butyl half ester copolymer (peak molecular weight 35,000) as <example 5> binding resin. as the glass transition point temperature of 60 degrees C 100 mass section, and magnetic powder — magnetite (the bottom of magnetic field 795.8 kA/m — saturation magnetization — 85Am2/kg —) Residual magnetization is mixed by 6Am2/kg, and coercive force mixes the aluminum complex (negative triboelectric charging control agent) 2 mass section of 5kA[/m] 90 mass section, 3, and 5-Jeter SHARUBU chill salicylic acid, the polypropylene (release agent) 3 mass section, and the polyethylene 3 mass section with a blender. Melting kneading was carried out by the extruder which heated mixture at 130 degrees C. After [cooling] coarse grinding of the obtained kneading object was carried out, and it was pulverized using the mechanical grinder. The obtained pulverizing article was strictly classified with the trichotomy classifier using the Coanda effect, and the toner particle 9 was obtained.

[0262] 1.0 mass % addition of the non-subtlety particle external additive A-3 which shows the toner particle 9 in Table 1 to 99.0 mass % was done, it mixed to homogeneity by the mixer, and the toner 9 was obtained.

[0263] It evaluated with the repeat print of 30,000 sheets like the example 1 using the obtained toner 9. An evaluation result is shown in Table 6.

[0264] The non-subtlety particle external additive used in the example and the example of a comparison of this invention is shown in the following table 1.

[0265]

[Table 1]

	材質	一次粒 径 (nm)	BET (m2/g)	処理
A-1	乾式シリカ	12	110	ヘキサメチルジシラザン処 理後シリコンオイル処理
A-2	乾式シリカ	40	50	疎水化処理なし
A-3	乾式シリカ	7	210	ヘキサメチルジシラザン処理

[0266] The toner particle size distribution measured by the approach using the coal tar multi-sizer (the Beckmann coal tar company make) of the toners 1-8 obtained in examples 1-5 and the examples 1-4 of a comparison, From distribution of the non-subtlety particle external additive coating weight to the toner particle measured using the toner configuration distribution and the particle analyzer PT 1000 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make) who measured using the multi-image analyzer (the Beckmann coal tar company make) The value concerning computed this invention is shown in the following tables 2-5.

[0267]

[Table 2]

サンプル	マルチサイズ測定		形状解析粒子数 (3~10μm) n(0-100)	円相当径 (μm)					円形度 SF-1			凹凸度-1 SF-2				
	3~10μm 体積%	体積平均径 (μm)		モード径 (μm)	30%径 (μm)	35%径 (μm)	55%径 (μm)	70%径 (μm)	平均円形度 Y(0-100)	円形度>0.80 YB(0-100)	円形度<0.70 YC(0-100)	変動係数 YA(0-100)	平均凹凸度 X(0-100)	凹凸度<1.0 XB(0-100)	凹凸度<1.0 XC(0-100)	変動係数 XA(0-100)
実施例1	95.2%	6.81	2824	4.67	4.98	5.14	6.12	6.31	0.742	27.8%	70.2%	1.476	1.134	31%	75.4%	1.353
比較例1	94.7%	6.96	4956	5.82	4.79	4.96	6.06	6.26	0.717	18.27%	80.42%	12.420	1.142	24.68%	71.68%	9.528
比較例2	93.9%	6.77	4851	5.53	4.88	4.80	5.84	6.03	0.737	27.02%	88.05%	12.013	1.118	40.87%	81.79%	4.302
実施例2	96.3%	6.83	4993	5.50	4.68	4.88	5.92	6.12	0.755	31.98%	75.18%	10.618	1.110	47.70%	88.98%	4.094
実施例3	96.9%	6.65	4922	5.41	4.70	4.81	5.52	5.69	0.767	36.00%	81.37%	9.762	1.104	54.45%	92.54%	3.470
比較例3	97.5%	6.27	4986	5.17	4.40	4.51	5.30	5.47	0.745	27.90%	71.80%	10.994	1.113	43.02%	88.36%	3.568
実施例4	97.7%	6.22	4899	5.19	4.43	4.54	5.33	5.49	0.771	40.66%	84.47%	9.172	1.094	67.59%	96.35%	2.487
比較例4	97.5%	6.20	4915	5.32	4.47	4.56	5.35	5.49	0.776	41.01%	85.23%	9.066	1.094	86.84%	95.62%	2.513
実施例5	95.8%	7.23	4831	6.11	5.13	5.24	5.97	6.13	0.740	26.54%	69.01%	11.461	1.134	21.01%	73.09%	4.537

[0268]
[Table 3]

サンプル	形状解析粒子数			平均凹凸度 SF-2			※2		凹凸度 差動係数			※3		凹凸度≤1.10			※4	
	n(0-30)	n(35-65)	n(70-100)	X(0-30)	X(35-65)	X(70-100)	ΔX	XA(0-30)	XA(35-65)	XA(70-100)	ΔXA	XB(0-30)	XB(35-65)	XB(70-100)	ΔXB	凹凸度≤1.10	凹凸度≤1.10	
実施例1	844	844	843	1.14	1.134	1.126	0.0146	2.46	1.142	0.548	1.912	32.8%	30.9%	29.7%	3.1%			
比較例1	1352	1352	1353	1.127	1.140	1.145	0.018	8.484	7.191	5.075	3.419	35.17%	22.10%	16.57%	18.60%			
比較例2	1431	1432	1432	1.112	1.117	1.115	0.007	6.022	4.316	3.607	2.415	47.36%	43.11%	41.79%	5.56%			
実施例2	1487	1487	1487	1.109	1.109	1.111	0.002	4.004	3.307	4.262	1.652	48.87%	48.52%	46.24%	2.73%			
実施例3	1477	1477	1478	1.102	1.103	1.108	0.006	3.225	3.502	3.865	0.610	58.16%	55.70%	50.61%	7.55%			
比較例3	1496	1497	1497	1.113	1.114	1.114	0.001	3.790	3.481	10.046	6.874	44.59%	42.35%	41.22%	3.37%			
実施例4	1470	1470	1471	1.091	1.093	1.098	0.007	2.476	2.503	2.465	0.063	71.16%	68.44%	62.13%	8.03%			
比較例4	1465	1465	1465	1.088	1.092	1.097	0.009	2.703	2.499	2.462	0.241	72.71%	69.34%	62.68%	9.83%			
実施例5	1449	1450	1450	1.132	1.134	1.138	0.006	4.274	4.214	3.578	0.686	45.50%	40.57%	41.51%	5.87%			

※2 ΔX= | X(0-30)-X(35-65) | + | X(35-65)-X(70-100) |
※3 ΔXA= | XA(0-30)-XA(35-65) | + | XA(35-65)-XA(70-100) |
※4 ΔXB= | XB(0-30)-XB(35-65) | + | XB(35-65)-XB(70-100) |

[0269]
[Table 4]

サンプル	形状解析粒子数				平均円形度 SF-1			※5 ΔY	円形度変動係数			※6 ΔYA	円形度>0.40			※7 ΔYB
	n(0-30)	n(35-65)	n(70-100)		Y(0-30)	Y(35-65)	Y(70-100)		YA(0-30)	YA(35-65)	YA(70-100)		YB(0-30)	YB(35-65)	YB(70-100)	
実施例1	844	844	843		0.719	0.739	0.769	0.049	1.96	1.514	1.025	0.935	18.9%	25.3%	37%	18.1%
比較例1	1352	1352	1353		0.715	0.714	0.725	0.012	11.988	12.590	12.335	0.857	16.12%	18.28%	20.87%	4.85%
比較例2	1431	1432	1432		0.716	0.733	0.763	0.047	13.511	12.046	10.902	2.609	17.39%	24.94%	36.90%	19.51%
実施例2	1497	1497	1497		0.738	0.753	0.777	0.039	10.863	10.550	10.045	0.818	24.03%	30.41%	43.51%	19.48%
実施例3	1477	1477	1478		0.753	0.766	0.782	0.029	9.918	9.770	9.313	0.605	28.17%	35.88%	44.18%	16.01%
比較例3	1496	1487	1497		0.728	0.740	0.766	0.038	11.557	10.927	10.046	1.511	21.99%	25.52%	36.87%	14.88%
実施例4	1470	1470	1471		0.766	0.778	0.789	0.023	8.938	9.387	8.947	0.889	33.33%	40.54%	48.27%	14.94%
比較例4	1485	1465	1465		0.764	0.778	0.789	0.025	9.084	8.402	8.986	1.266	31.88%	40.13%	48.32%	16.44%
実施例5	1449	1450	1450		0.728	0.740	0.754	0.028	11.547	11.337	11.255	0.292	20.01%	28.28%	32.97%	12.96%

※5 ΔY = |Y(0-30) - Y(35-65)| + |Y(35-65) - Y(70-100)|

※6 ΔYA = |YA(0-30) - YA(35-65)| + |YA(35-65) - YA(70-100)|

※7 ΔYB = |XB(0-30) - XB(35-65)| + |XB(35-65) - XB(70-100)|

[0270]
[Table 5]

サンプル	累積近似曲線式		絶対偏差		外添剤付着のばらつきの指標	
	α	β	Z(35-65)	Z(70-100)	Z(35-65)-Z(70-100)	Z(35-65)/Z(70-100)
実施例1	0.426	0.865	0.158	0.132	0.024	1.182
比較例1	0.433	0.831	0.193	0.153	0.040	1.261
比較例2	0.372	0.798	0.231	0.119	0.112	1.941
実施例2	0.408	0.894	0.132	0.124	0.008	1.085
実施例3	0.346	0.779	0.145	0.128	0.017	1.133
比較例3	0.357	0.756	0.154	0.129	0.025	1.194
実施例4	0.310	0.802	0.119	0.117	0.002	1.017
比較例4	0.325	0.796	0.166	0.126	0.040	1.317
実施例5	0.339	0.783	0.137	0.126	0.011	1.087

[0271]
[Table 6]

	トナー	画像濃度		カブリ		転写効率		CLN性 3万枚迄
		初期	3万枚後	初期	3万枚後	初期	3万枚後	
実施例1	トナー1	B	B	A	A	B	B	○
比較例1	トナー2	D	D	B	D	C	D	×
比較例2	トナー3	B	D	B	B	C	C	×
実施例2	トナー4	A	A	A	A	A	B	○
実施例3	トナー5	A	A	A	A	A	A	○
比較例3	トナー6	B	D	A	A	B	C	×
実施例4	トナー7	A	B	B	A	A	B	○
比較例4	トナー8	C	B	A	B	C	C	×
実施例5	トナー9	B	B	B	B	B	B	○

[0272]
[Effect of the Invention] By according to the toner of this invention, adjusting the toner grain-size dependency of the non-subtlety particle external additive coating weight to a toner particle, and adjusting the toner grain-size dependency of a toner configuration, as explained above It makes it possible to offer the toner in which the frictional electrification property and flowability of a toner which were excellent from the first stage are shown, and the development property which was small, and was stabilized exceptionally is shown also by long-term repeat use of a toner compared with the former. [of fluctuation of the frictional electrification property of a toner and flowability] Furthermore, it makes it possible to offer the toner which maintains high imprint effectiveness and has ** and a good cleaning property also by long-term repeat use of a toner.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graph of the result of having measured the toner in the example of this invention with microwave induction type atmospheric-pressure helium plasma quantometer image formation equipment (particle analyzer PT 1000: YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make). A lower graph shows dispersion in external additive adhesion to a toner particle, and the upper graph shows dispersion in the external additive adhesion when choosing a toner particle with a big particle size relatively in the particle size distribution beyond 70% value among the toner particles which have the particle size of 3-micrometer or more size range 10 micrometers or less.

[Drawing 2] It is drawing explaining the collision type air-current grinder using the jet stream of the conventional example.

[Drawing 3] It is drawing explaining the grinding system of the toner used combining the collision type air-current grinder and mechanical grinding equipment using the jet stream used in the example of this invention.

[Drawing 4] It is drawing explaining the air-current type classifier used in the example of this invention.

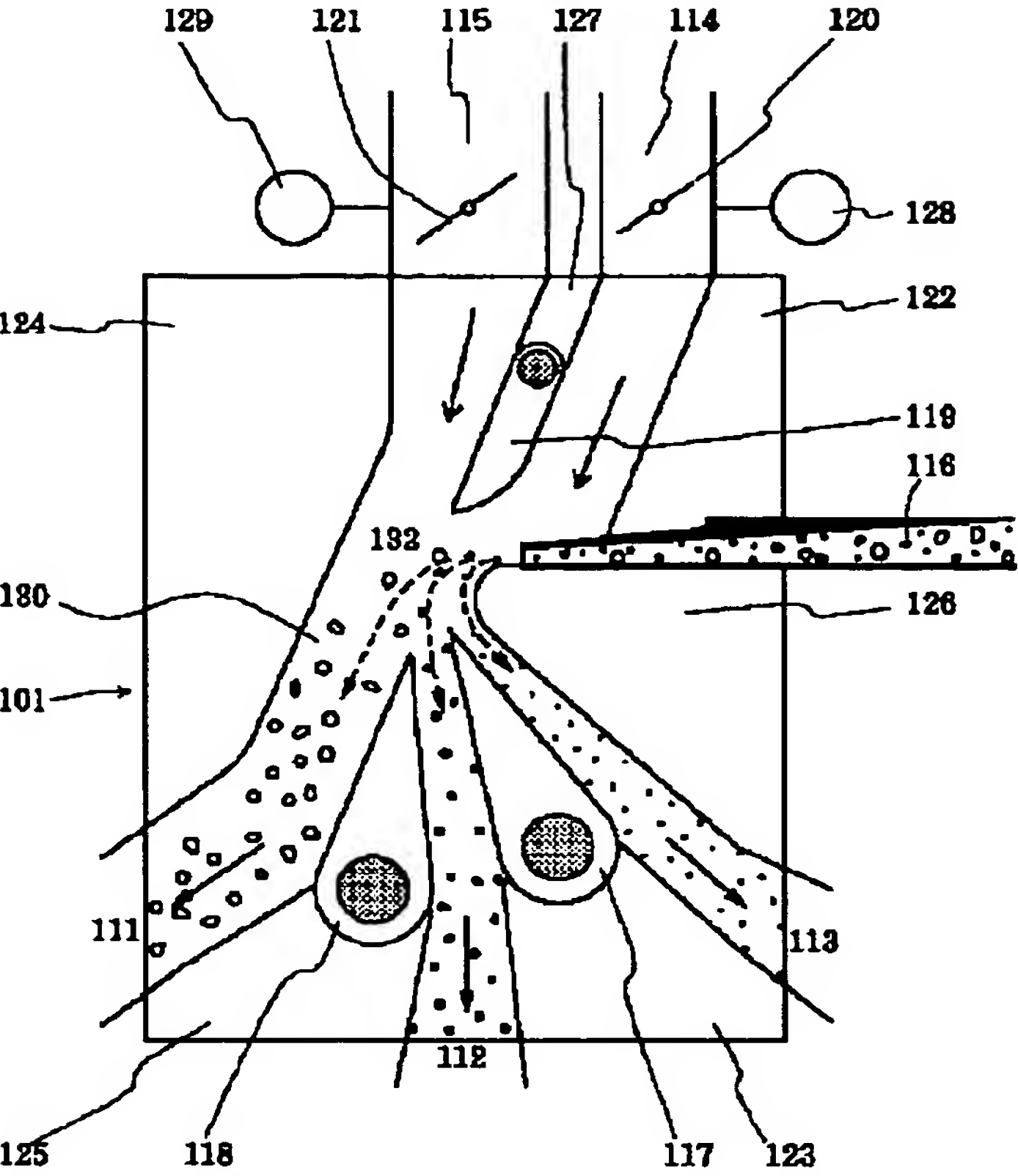
[Drawing 5] It is drawing explaining the trichotomy classifier system which is an example of the air-current type classifier used in the example of this invention.

[Drawing 6] The block diagram showing the outline of the mechanical grinding equipment which can adjust the degree of sphericity of the toner particle used in the example of this invention.

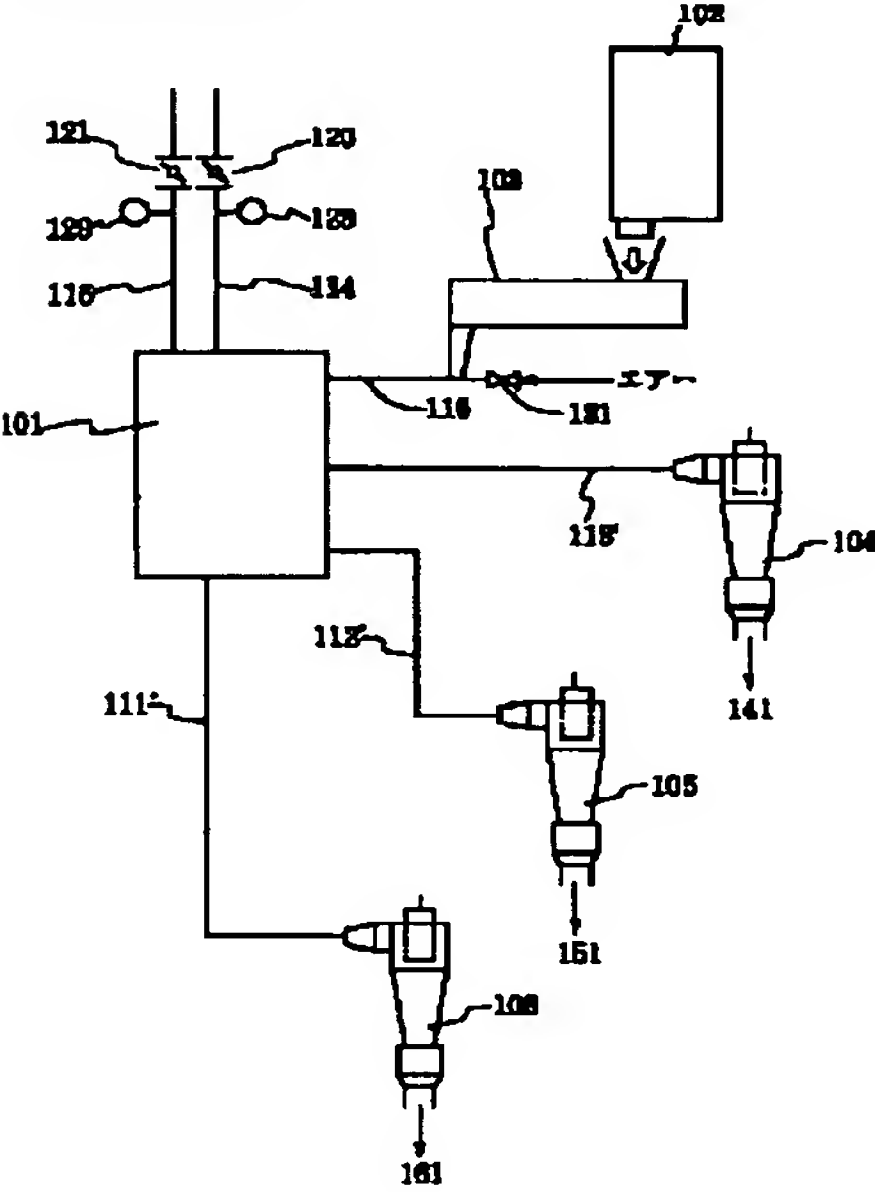
[Drawing 7] The block diagram showing the outline of the toner particle conglomeration equipment used in the example of this invention.

[Drawing 8] The mimetic diagram of the processing section of the toner particle conglomeration equipment used in the example of this invention.

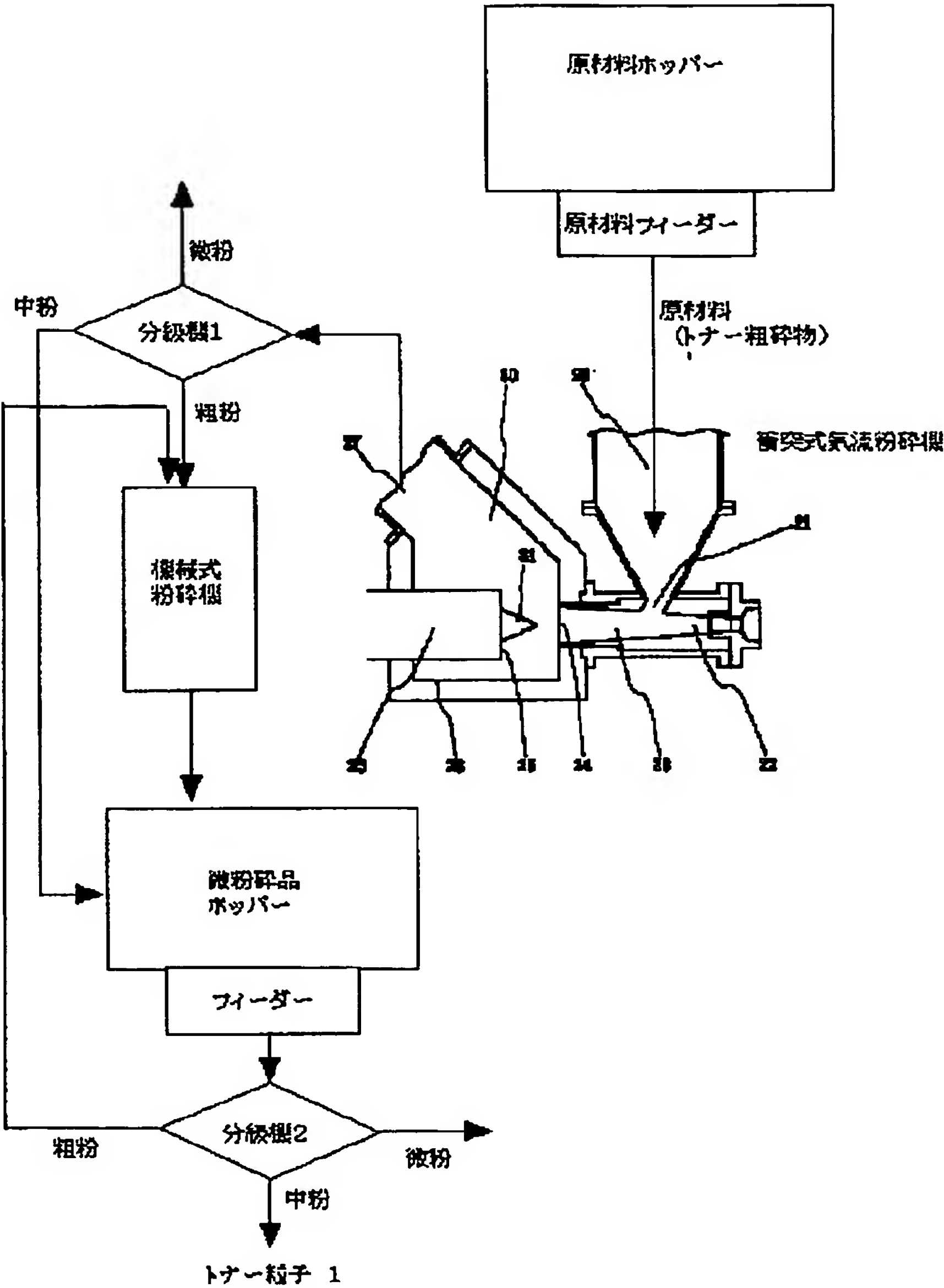
[Translation done.]



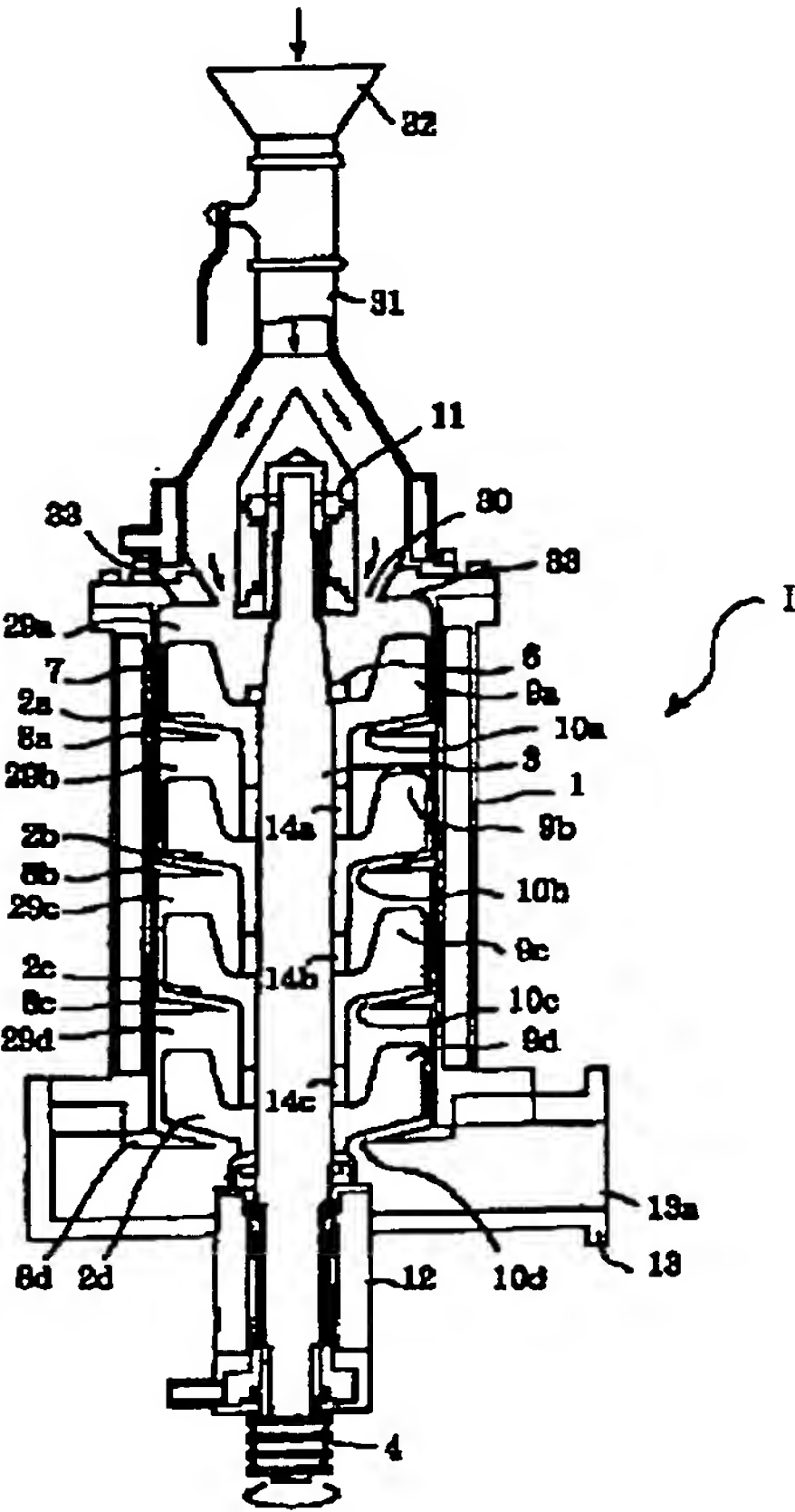
[Drawing 5]



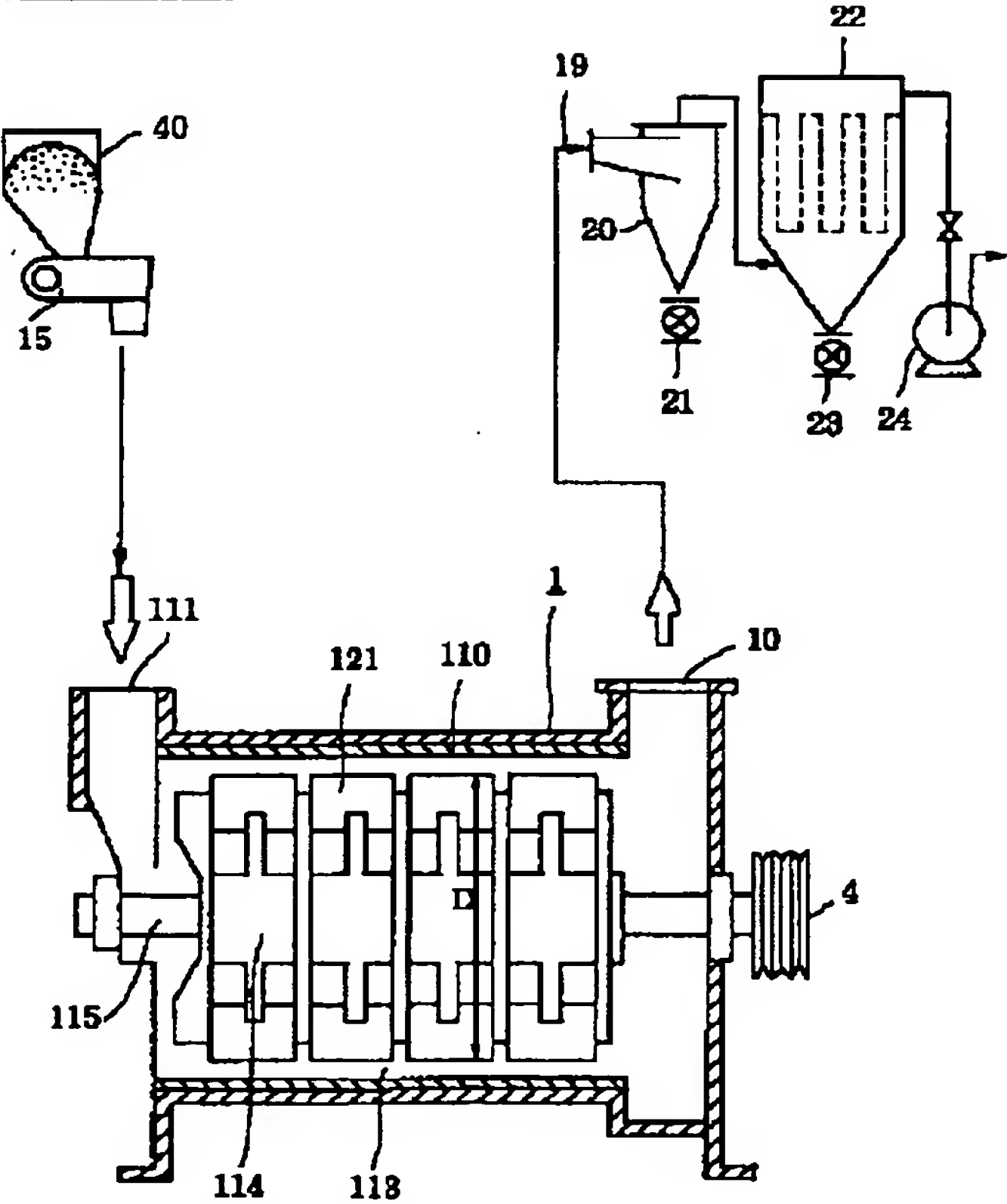
[Drawing 3]



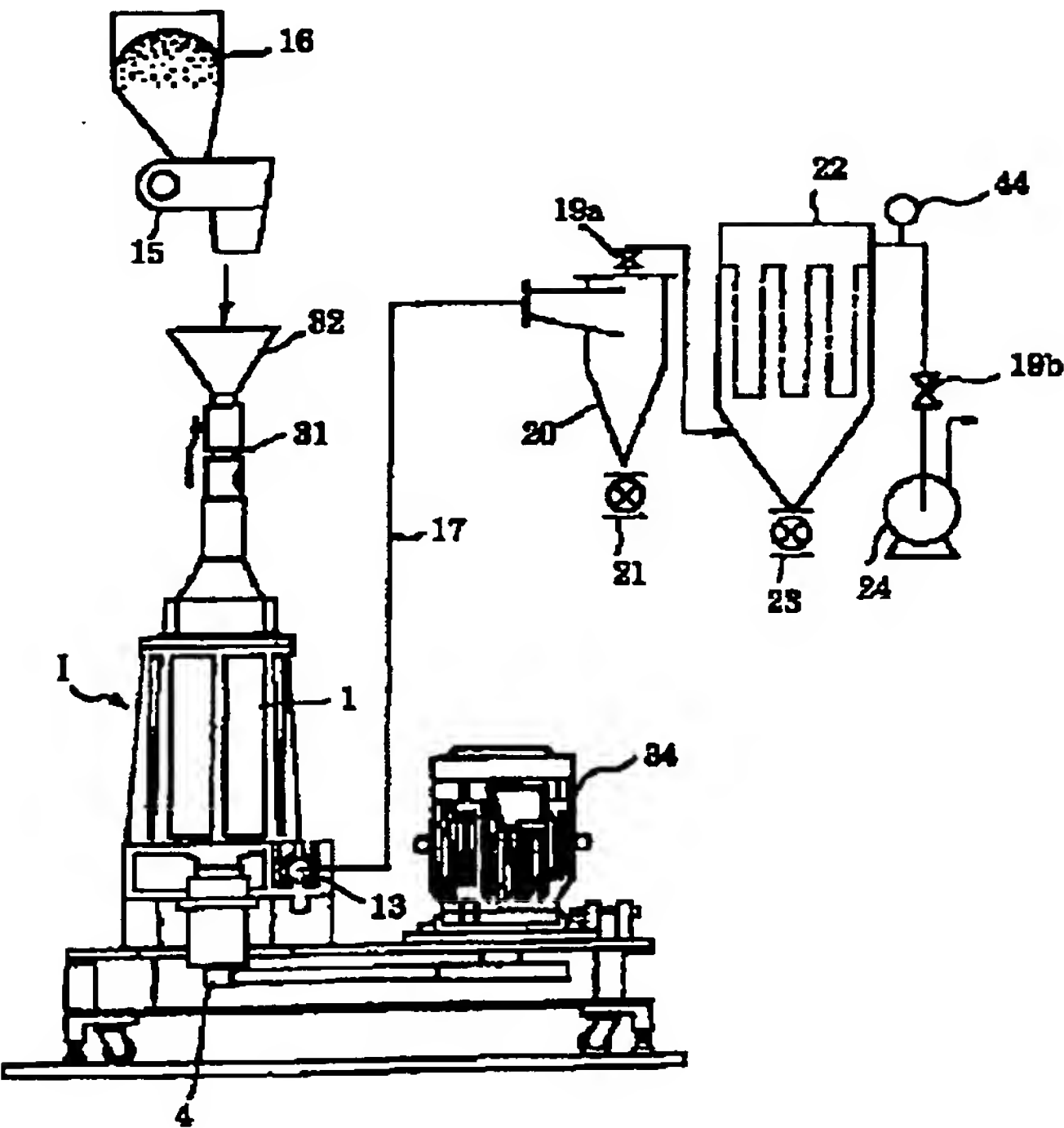
[Drawing 8]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

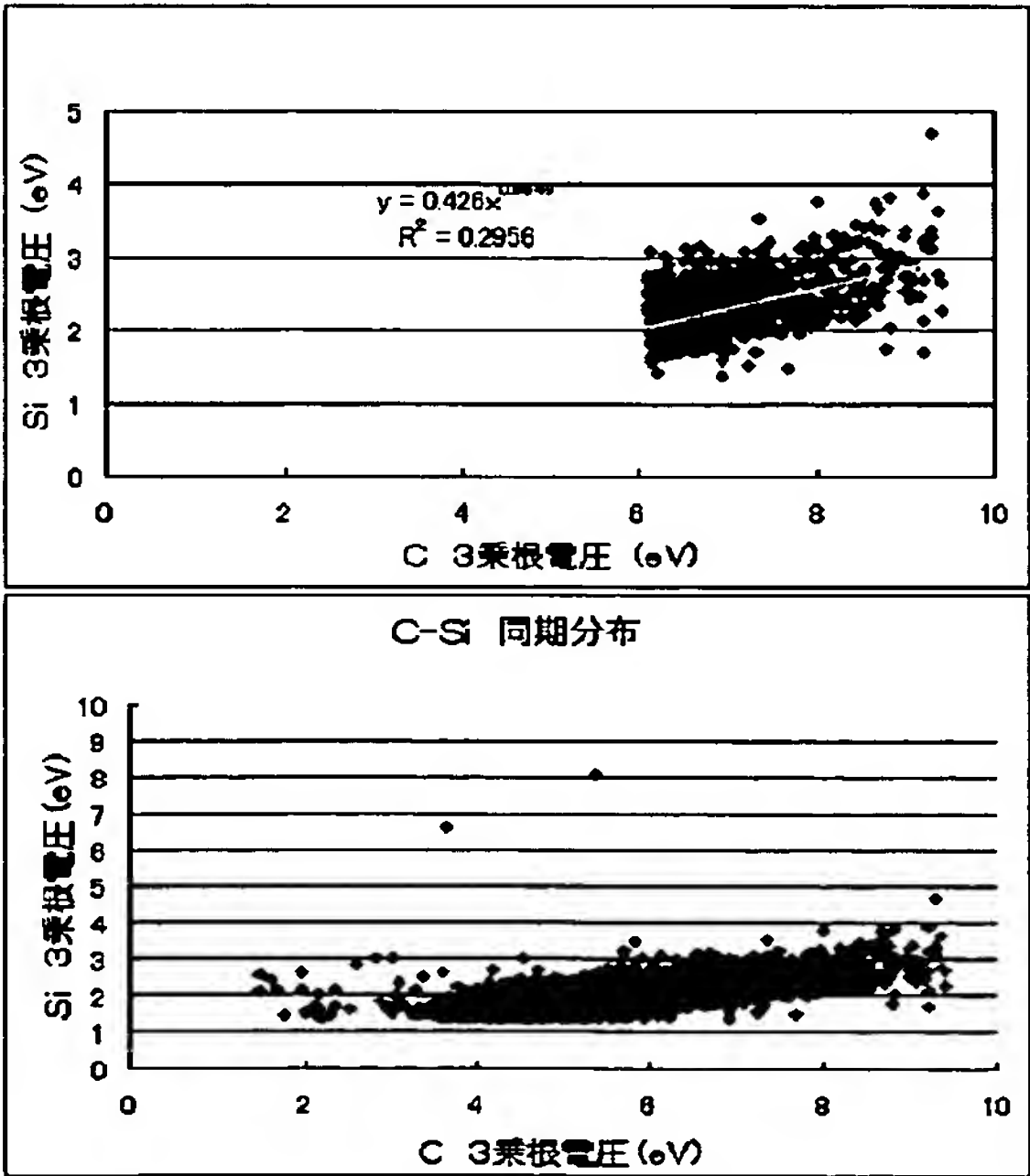
(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 3 G 9/08		G 0 3 G 9/08	2 H 0 0 5
	3 7 4		3 7 4
	3 7 5		3 7 5

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 34 頁)

(21)出願番号	特願2002-82793(P2002-82793)	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成14年3月25日(2002.3.25)	(72)発明者	山▲崎▼ 克久 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(74)代理人	100090538 弁理士 西山 恵三 (外1名) Fターム(参考) 2H005 AA08 AA15 CA12 CA26 CB07 CB13 EA05 EA07

(54)【発明の名称】 乾式トナー

(57)【要約】
【課題】 初期から優れたトナーの摩擦帯電特性及び流動特性を示し、トナーの長期の繰り返ししようにしても、従来にましてトナーの摩擦帯電特性及び流動特性の変動が小さく、格別に安定した現像特性を示すトナーを提供する。さらに、トナーの長期の繰り返し使用によっても、高い転写効率を維持しつつ、良好なクリーニング特性を有するトナーを提供する。
【解決手段】 トナー形状：凹凸度（円形度）及びそのばらつきのトナー粒度依存性を調整し、かつトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきのトナー粒度依存性を適正に調整した乾式トナー。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 結着樹脂及び着色剤を有するトナー粒子と無機微粒子外添剤とを少なくとも有するトナーにおいて、該トナーは体積粒度分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に80体積%以上のトナー粒子を含有するトナーであって、かつ該トナーの円相当径個数分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均凹凸度を $X(0-30)$ 、凹凸度の変動係数を $XA(0-30)$ 、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均凹凸度を $X(35-65)$ 、凹凸度の変動係数を $XA(35-65)$ 、70%径以上のトナー粒子の平均凹凸度を $X(70-100)$ 、凹凸度の変動係数を $XA(70-100)$ 、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度を $X(0-100)$ 、凹凸度の変動係数を $XA(0-100)$ としたとき、下記式、

$$0.8 \leq X(0-100) \leq 1.15$$

$$XA(0-100) < 6$$

$$|X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)| < 0.02$$

$$|XA(0-30) - XA(35-65)| + |XA(35-65) - XA(70-100)| < 3$$

を満足し、かつ該トナーの $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差を $Z(35-65)$ 、70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差を $Z(70-100)$ としたとき、下記式、

$$Z(35-65) < 0.3$$

$$Z(70-100) < 0.3$$

$$|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.1$$

$$0.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$$

を満足することを特徴とするトナー。

【請求項2】 前記 $X(0-100)$ が下記式、

$$1.09 < X(0-100) < 1.13$$

を満足することを特徴とする請求項1に記載のトナー。

【請求項3】 前記 $XA(0-100)$ が下記式、

$$XA(0-100) < 5$$

を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のトナー。

【請求項4】 トナーの円相当径個数分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%を $XB(0-30)$ 、35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%を $XB(35-65)$ 、70%径以上のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%を $XB(70-100)$ 、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子

の個数%を $XB(0-100)$ としたとき、下記式、

$$XB(0-100) < 90$$

$$|XB(0-30) - XB(35-65)| + |XB(35-65) - XB(70-100)| < 15$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のトナー。

【請求項5】 トナーの円相当径個数分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.15未満である粒子の個数%を $XC(0-100)$ としたとき、下記式、

$$XC(0-100) > 70$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のトナー。

【請求項6】 トナーの円相当径個数分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均円形度を $Y(0-30)$ 、円形度の変動係数を $YA(0-30)$ 、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均円形度を $Y(35-65)$ 、円形度の変動係数を $YA(35-65)$ 、70%径以上のトナー粒子の平均円形度を $Y(70-100)$ 、円形度の変動係数を $YA(70-100)$ 、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均円形度を $Y(0-100)$ 、円形度の変動係数を $YA(0-100)$ としたとき、下記式、

$$0.7 < Y(0-100) < 0.85$$

$$YA(0-100) < 15$$

$$|Y(0-30) - Y(35-65)| + |Y(35-65) - Y(70-100)| < 0.10$$

$$|YA(0-30) - YA(35-65)| + |YA(35-65) - YA(70-100)| < 3$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載のトナー。

【請求項7】 前記 $Y(0-100)$ が下記式、

$$0.7 < Y(0-100) < 0.8$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のトナー。

【請求項8】 前記 $YA(0-100)$ が下記式、

$$YA(0-100) < 12$$

を満足することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のトナー。

【請求項9】 トナーの円相当径個数分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%を $YB(0-30)$ 、35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%を $YB(35-65)$ 、70%径以上のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%を $YB(70-100)$ 、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%を $YB(0-100)$ としたとき、下記式、

$YB(0-100) < 80$

$|YB(0-30) - YB(35-65)| + |YB(35-65) - YB(70-100)| < 20$

を満足することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のトナー。

【請求項10】 トナーの円相当径個数分布の $3\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.7未満である粒子の個数%を $YC(0-100)$ としたとき、下記式、

$YC(0-100) > 70$

を満足することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載のトナー。

【請求項11】 前記 $Z(35-65)$ が下記式、
 $Z(35-65) < 0.2$

を満足することを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載のトナー。

【請求項12】 前記 $Z(70-100)$ が下記式、
 $Z(70-100) < 0.2$

を満足することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載のトナー。

【請求項13】 前記 $Z(35-65)$ 及び $Z(70-100)$ が下記式、

$|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.05$

を満足することを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載のトナー。

【請求項14】 無機微粒子外添剤は、平均一次粒子径が $4\sim 100nm$ であることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載のトナー。

【請求項15】 無機微粒子外添剤は、シリカ、チタニア、アルミナから選ばれる少なくとも1種の無機化合物を含有することを特徴とする請求項1乃至14のいずれかに記載のトナー。

【請求項16】 無機微粒子外添剤は、少なくともシリコンオイルで処理されたものであることを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載のトナー。

【請求項17】 無機微粒子外添剤は、シラン化合物で処理すると同時に、もしくはその後にシリコンオイルで処理されたものであることを特徴とする請求項1乃至16のいずれかに記載のトナー。

【請求項18】 無機微粒子外添剤の添加量がトナー全体の0.3～3.0質量%であることを特徴とする請求項1乃至17のいずれかに記載のトナー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子写真法、静電記録法、磁気記録法、トナージェット法などを利用した画像形成装置に用いられる現像剤に関する。

【0002】詳細には、結着樹脂及び着色剤を有するトナー粒子と無機微粒子外添剤とを少なくとも有する乾式トナーに関する。

【0003】

【従来の技術】従来、画像形成法としては、静電記録法、磁気記録法、トナージェット法など多数の方法が知られている。例えば、電子写真法は、一般には潜像担持体としての光導電性物質を利用した感光体上に、種々の手段により電氣的潜像を形成し、次いで該潜像をトナーにより現像して可視像とし、必要に応じて紙などの記録媒体にトナー像を転写した後、熱・圧力等により記録媒体上にトナー画像を定着して画像を得るものである。

10 【0004】潜像を現像するための現像剤としては、キャリアとトナーからなる2成分系現像剤、及びキャリアを必要としない1成分系現像剤（磁性トナー、非磁性トナー）が知られている。2成分系では主にキャリアとトナーの摩擦によって、1成分系では主にトナーと帯電付与部材との摩擦によって、トナーへの帯電が行われる。

【0005】トナーの帯電特性は、画像形成装置内でのトナーの現像性、転写性等に大きく影響し、得られる画像の品質を左右する。また、トナーの流動特性は、トナーの帯電特性に深く関わりとともに、それ自体もトナー

20 の現像性、転写性等に大きく影響する。

【0006】トナーを製造するにあたっては、結着樹脂、着色剤、必要に応じて離型剤、荷電制御剤等の材料を混合した後に混練し、冷却固化後、粉碎、分級を行なってトナー粒子を得るいわゆる粉碎法が多く用いられてきた。他には、特公昭56-13945号公報等に記載のディスク又は多流体ノズルを用い熔融混合物を空気中に霧化し球状トナー粒子を得る方法；結着樹脂溶液中に構成材料を分散した後、噴霧乾燥することによりトナー粒子を得る方法；特公昭36-10231号公報、特開昭59-53856公報号、特開昭59-61842号公報に述べられている懸濁重合方法を用いて直接トナー粒子を生成する方法；水溶性極性重合開始剤存在下で直接重合しトナー粒子を生成するソープフリー重合方法に代表される乳化重合方法；樹脂微粒子及び着色剤等を溶液中において会合させてトナー粒子を生成させる会合重合方法；単量体には可溶で得られる重合体が不溶な水系有機溶剤を用い直接トナー粒子を生成する分散重合方法；あるいはコア材、シェル材から成るいわゆるマイクロカプセルトナーにおいて、コア材あるいはシェル材、またはこれらの両方に所定の材料を含有させる方法等の方法が知られている。

【0007】これらトナー製造方法のうちには、トナー粒子の球形化或いは形状制御が可能なものもある。粉碎法においても、トナー粒子の形状調整するための手段としては、気流式粉碎机或いは機械式粉碎机での粉碎条件を設定する以外にも、粉碎法により得られたトナー粒子を水中或いは有機溶液中に分散させ加熱或いは膨潤させる方法、熱気流中を通過させる熱処理法、機械的エネルギーを付与して処理する機械的衝撃法などが知られている。

【0008】上述のごとき手段によって、トナーの流動特性、帯電特性のみならず現像性、転写性或いはクリーニング性等を改善する目的で、トナー形状を規定する提案が数多く為されている。例えば、

(1) ワーデルの実用球形度(画像解析による)を規定したものとしては、特開昭60-117252号公報、特開平2-87157号公報等

(2) 真円度(短径/長径比)を規定したものとしては、特開平3-84558号公報、特開昭63-244052号公報等

(3) 真球度(短径/長径比)を規定したものとしては、特開平3-229268号公報等、

(4) BET比表面積/コールター比表面積を規定したものとしては、特開平1-185556号公報、特開平3-248162号公報、特開平8-272133号公報等、

(5) 周辺長内接円比を規定したものとしては、特開平4-1766号公報、

(6) 最大頻度粒子の形状係数(周囲長 $2/4\pi$ 投影面積)を規定したものとしては、特開平4-102861号公報等

(7) 円形度((同面積円の周長/投影面の周長)²)を規定したものとしては、特開昭63-235953号公報等

(8) 形状係数SF-1及びSF-2を規定したものとしては、特開平1-185654号公報、特開平6-308759号公報、特開平8-220794号公報等がある。

【0009】更に、トナーの粒度分布及び形状を規定した提案も数多く為されており、近年では特許第2862827号公報のようにフロー式粒子像解析装置で測定された粒度分布及び円形度を規定した提案もある。また、特開平10-97095号公報においては、特定円形度範囲でのトナー粒子含有率の規定が提案されている。特開平11-202557号公報においてもトナーの粒度分布及び円形度に対する規定が提案されている。

【0010】しかしながらこれらの提案は、トナー粒度分布全体のトナー形状を規定したのみである。

【0011】これに対し、特開昭62-184469号公報においては、微粉が熱球形化されたトナーが、特開平4-232965号公報においては、平均粒子径3~8 μ mの重合トナー粒子に対し平均粒子径10~20 μ mの粉碎トナー粒子を、0.1~20重量%添加したトナーが提案されている。

【0012】しかしながらこれらの提案の如く、明らかに摩擦帯電特性が大きく異なるトナー粒子を混合して用いる場合には、長期の繰り返し使用で選択的なトナー粒子の現像等によって、トナーの摩擦帯電特性が変動してしまうため好ましくない。

【0013】ところで、トナーの流動特性、帯電特性等

を改善する目的では、2成分系、1成分系の差異によらず、トナー粒子に外部添加剤として無機微粒子を添加する方法が提案され、広く用いられている。

【0014】例えば、特開平5-66608号公報、特開平4-9860号公報等に疎水化処理を施した無機微粒子あるいは疎水化処理した後さらにシリコンオイル等で処理した無機微粒子を添加する方法、または特開昭61-249059号公報、特開平4-264453号公報、特開平5-346682号公報で疎水化処理した無機微粒子とシリコンオイル処理した無機微粒子を併用添加する方法が開示されている。

【0015】しかしながら、トナー粒子に外部添加剤として無機微粒子を添加する場合、トナーの長期の繰り返し使用によって、トナー粒子表面への無機微粒子の付着状態が徐々に変化し、トナーの帯電特性、流動特性等が変化し、得られる画像品質が低下してしまう問題がある。

【0016】無機微粒子外添剤のトナー表面への付着具合によってトナーの流動特性、帯電特性等に影響することに注目して、特開平4-204664号公報等ではトナー粒子の形状と外添剤のトナー粒子への被覆率を規定した提案が、特開平11-174734号公報、特開平2000-47479号等では外添剤が添加されたトナー粒子個々の原子発光スペクトルを測定することによりトナー粒子への外添剤の付着量のばらつきを規定した提案が為されている。しかしながらこれらの従来の提案は、粒度分布を有するトナー全体への外添剤の付着の様子を規定したのみである。

【0017】トナーの長期の繰り返し使用によってトナー粒子表面への無機微粒子外添剤の付着状態が徐々に変化することを抑制する目的で、トナーに帯電特性及び流動特性を改善するための無機微粒子外添剤よりも大きな粒径を有する無機または有機の粒子を第2外添剤として併用添加する提案もある。しかしながらこれらの提案は、初期のトナー粒子表面への無機微粒子外添剤の付着状態を調整するものでない点で根本的解決策ではない。また、上述のような第2外添剤の使用は、トナーの長期の繰り返し使用により選択的に消費される、現像剤担持部材や潜像担持体等の装置部材を傷つける或いはこれら装置部材への固着物を生じる等の不安定要素が加わることとなり、必ずしも好ましくない。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のトナー粒度依存性を調整し、かつトナー形状のトナー粒度依存性を調整することで、初期から優れたトナーの摩擦帯電特性および流動特性を示し、トナーの長期の繰り返し使用によっても、従来に増してトナーの摩擦帯電特性および流動特性の変動が小さく、格別に安定した現像特性を示すトナーを提供することを課題とする。さらに、トナーの長期の繰り返し

し使用によっても、高い転写効率を維持しつ、良好なクリーニング特性を有するトナーを提供することを課題とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1の発明のトナーは、結着樹脂及び着色剤を有するトナー粒子と無機微粒子外添剤とを少なくとも有するトナーであって、該トナーは体積粒度分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲に80体積%以上のトナー粒子を含有するトナーであり、かつ該トナーの円相当径個数分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均凹凸度をX(0-30)、凹凸度の変動係数をXA(0-30)、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均凹凸度をX(35-65)、凹凸度の変動係数をXA(35-65)、70%径以上のトナー粒子の平均凹凸度をX(70-100)、凹凸度の変動係数をXA(70-100)、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度をX(0-100)、凹凸度の変動係数をXA(0-100)としたとき、下記式、

$$1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15$$

$$XA(0-100) > 6$$

$$|X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)| < 0.02$$

$$|XA(0-30) - XA(35-65)| + |XA(35-65) - XA(70-100)| < 3$$

を満足し、かつ該トナーの3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差をZ(35-65)、70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差をZ(70-100)とするとき、下記式、

$$Z(35-65) < 0.3$$

$$Z(70-100) < 0.3$$

$$|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.1$$

$$0.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$$

を満足することを特徴としている。

【0020】本発明者らは、鋭意検討の末、上記特徴を満足するように、トナー粒子の凹凸度分布及びトナー粒子個々への無機微粒子外添剤付着量の分布を調整することにより、トナー粒子表面での無機微粒子外添剤の付着状態が安定化しやすく、トナー粒子への外添剤の付着量のトナー粒度依存性が小さくなるように良好に調整され、長期の繰り返し使用によっても、従来に増してトナーの摩擦帯電特性の変動が小さく、格別に安定した現像性、転写性を示すトナーが得られることを知見し本発明に至った。

【0021】本発明者らの検討によれば、トナーの円相当径個数分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲にお

ける30%径以下のトナー粒子の平均凹凸度をX(0-30)、凹凸度の変動係数をXA(0-30)、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均凹凸度をX(35-65)、凹凸度の変動係数をXA(35-65)、70%径以上のトナー粒子の平均凹凸度をX(70-100)、凹凸度の変動係数をXA(70-100)、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度をX(0-100)、凹凸度の変動係数をXA(0-100)としたとき、下記式、

$$1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15$$

$$XA(0-100) > 6$$

$$|X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)| < 0.02$$

$$|XA(0-30) - XA(35-65)| + |XA(35-65) - XA(70-100)| < 3$$

を満足することによって、トナー粒子の凹凸度のトナー粒子径依存性が良好に調整され、トナー粒子表面での無機微粒子外添剤の付着状態が安定化しやすいことが知見された。

【0022】また、本発明者らは、トナー粒子の凹凸度分布が上記条件のすべてを満足し、かつ3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきを示す絶対偏差をZ(35-65)と、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきを示す絶対偏差をZ(70-100)とが、下記式

$$Z(35-65) < 0.3$$

$$Z(70-100) < 0.3$$

$$|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.1$$

$$0.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$$

を満足することによって、トナー粒子への外添剤付着量のトナー粒度依存性が良好に調整され、長期の繰り返し使用によっても、従来に増してトナーの摩擦帯電特性の変動が小さく、格別に安定した現像性能を示すトナーが得られることを知見し本発明に至った。

【0023】本発明における第1の式

$$1.08 \leq X(0-100) \leq 1.15$$

は、トナーの粒度分布における3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度X(0-100)が1.08以上かつ1.15以下であることが必要であることを示す。

【0024】トナーの粒度分布における3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度X(0-100)が1.08未満であると、トナー粒子が画像形成装置内で機械的ストレスを受けることにより、無機微粒子外添剤が徐々にトナー粒子に埋め込まれてゆき、現像性、転写性の低下を十分に抑制できない。また、平均凹凸度X(0-100)が1.15よりも大

きいと、トナー粒子への外添剤付着量のトナー粒子間でのばらつきが大きくなり、トナーの摩擦帯電特性のばらつきが大きくなることでカブリを生じる。

【0025】トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均凹凸度 $X(0-100)$ は 1.09 以上 1.13 未満であることがより好ましい。平均凹凸度 $X(0-100)$ がこの規定範囲内にあることで、繰り返し使用により無機微粒子外添剤が徐々にトナー粒子に埋め込まれてゆくのを防止するとともに、トナー粒子への外添剤付着を均一化する上でより優位となる。

【0026】本発明における第2の式
 $XA(0-100) < 6$

は、トナー粒度分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(0-100)$ が 6 未満であることが必要であることを示す。

【0027】 $XA(0-100)$ が 6 以上であると、凹凸度の低く粒子表面が平滑で球形に近い粒子が多い場合には、繰り返し使用により無機微粒子外添剤が徐々にトナー粒子に埋め込まれてゆき、現像性及び転写性の低下を十分に抑制できない。逆に凹凸度の高い粒子が多いために $XA(0-100)$ が 6 以上である場合には、トナー粒子への外添剤付着が均一でない粒子を多く生じ、これらの粒子がカブリの原因となる。

【0028】トナー粒度分布の $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(0-100)$ は 5 未満であることがより好ましい。 $XA(0-100)$ が 5 未満であることで、繰り返し使用により無機微粒子外添剤が徐々にトナー粒子に埋め込まれてゆくのを防止するとともに、カブリを抑制する上でより優位となる。

【0029】本発明における第3の式
 $|X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)| < 0.02$

は、トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の平均凹凸度 $X(70-100)$ の差分の絶対値との和が 0.02 未満であることが必要であることを示す。

【0030】これは、本発明者の検討により、以下の知見が得られたことに基づく。

【0031】すなわち、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(0-30)$ が、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(35-65)$ よりも大きくなりすぎると、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子への無機微粉末の付着が不均一と

なり易く、摩擦帯電の不均一を生じ、カブリを生じ易くなる。また、長期の繰り返し使用によって、過剰な帯電を持つ 30% 径以下のトナー粒子が蓄積し、他のトナー粒子の摩擦帯電を阻害するようになり、トナー全体としての現像性を低下させてしまう。

【0032】逆に、平均凹凸度 $X(35-65)$ が平均凹凸度 $X(0-30)$ よりも大きくなりすぎると、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子に適切な摩擦帯電量を付与できる摩擦帯電付与の条件では、 30% 径以下のトナー粒子の摩擦帯電量が過剰になることで、トナー全体としての現像性を低下させてしまう。摩擦帯電付与の条件を調整して 30% 径以下のトナー粒子の摩擦帯電量が過剰となることを防止すると、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子に均一な摩擦帯電を付与することができず、トナー全体としての現像性が低下する。

【0033】また、平均凹凸度 $X(35-65)$ が平均凹凸度 $X(70-100)$ よりも大きくなりすぎると、 70% 径以上のトナー粒子での無機微粉末の埋め込みが加速され、 70% 径以上のトナー粒子の現像性が低下することで、長期の繰り返し使用によって現像されにくい 70% 径以上のトナー粒子が蓄積して、トナー全体としての現像性が低下する。

【0034】逆に、平均凹凸度 $X(70-100)$ が平均凹凸度 $X(35-65)$ よりも大きくなりすぎると、 70% 径以上のトナー粒子への無機微粉末が不均一になり易く、 70% 径以上のトナー粒子の表面凹部に無機微粉末が選択的に保持されるようになり、 70% 径以上のトナー粒子の現像性が低下することで、やはり長期の繰り返し使用によって現像されにくい 70% 径以上のトナー粒子が蓄積して、トナー全体としての現像性が低下する。

【0035】これらの知見を元に、本発明者が更に検討を重ね、上記本発明の第3の式を満足することにより、上記の課題が解決され、長期の繰り返し使用によってもトナーの現像性が低下することなく、格別に安定した現像性が得られることが判明した。

【0036】本発明における第4の式
 $|XA(0-30) - XA(35-65)| + |XA(35-65) - XA(70-100)| < 3$

は、トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(70-100)$ の差分の絶対値との和が 3 未満であることが必要であることを示す。

【0037】凹凸度の変動係数 $XA(0-30)$ が、凹凸度の変動係数 $XA(35-65)$ よりも大きくなり過

ぎると、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子に無機微粉末の付着が不均一になり摩擦帯電が安定しないトナー粒子の比率が増加する。この摩擦帯電が安定しない30%径以下のトナー粒子が、35%径以上65%径以下のトナー粒子の摩擦帯電を損乱及び阻害することでカブリを生じる。また、凹凸度の変動係数XA(35-65)が、凹凸度の変動係数XA(0-30)よりも大きくなり過ぎると、35%径以上65%径以下のトナー粒子に無機微粉末の付着が不均一になり摩擦帯電が安定しないトナー粒子の比率が増加するため、カブリを生じる。すなわち、凹凸度の変動係数XA(0-30)と凹凸度の変動係数XA(35-65)との差分の絶対値が大きくなり過ぎると、カブリを生じる。

【0038】凹凸度の変動係数XA(35-65)が、凹凸度の変動係数XA(70-100)よりも大きくなり過ぎると、35%径以上65%径以下のトナー粒子に無機微粉末の付着が不均一になり摩擦帯電が安定しないトナー粒子の比率が増加するため、カブリを生じる。凹凸度の変動係数XA(70-100)が、凹凸度の変動係数XA(35-65)よりも大きくなり過ぎると、70%径以上のトナー粒子に無機微粉末の付着が不均一になり摩擦帯電が安定しないトナー粒子の比率が増加する。この摩擦帯電が安定しない70%径以上のトナー粒子は現像されにくいため、長期の繰り返し使用によって蓄積して、トナー全体としての現像性が低下する。

【0039】すなわち、本発明者の検討により、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の凹凸度の変動係数XA(0-100)が6未満という範囲で、トナー粒子の凹凸度のばらつきが許容されたが、トナー粒子の凹凸度のばらつきがトナー粒度分布の一部(例えば、30%径以下のトナー粒子)に集中し、トナー粒度分布の他の部分(例えば、35%径以上65%径以下のトナー粒子)のトナー粒子の凹凸度のばらつきとの差異が大きくなると、繰り返し使用によってトナー全体としての摩擦帯電のばらつきが大きくなり、カブリを生じることが判明した。

【0040】本発明者は更に検討を重ね、トナーが上記本発明の第4の式を満足することにより、上記の課題が解決され、長期の繰り返し使用によってもカブリを生じることなく、格別に安定した現像性が得られることが判明した。

【0041】本発明において、トナーの $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差Z(70-100)とは、トナーの粒度分布における比較的大きめの粒径範囲でのトナー粒子表面への無機微粒子外添剤の付着量のばらつきを示す指標である。また、トナーの $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添

剤付着量の絶対誤差Z(35-65)は、トナーの粒度分布における中心付近の粒径範囲でのトナー粒子表面への無機微粒子外添剤の付着量のばらつきを示す指標である。

【0042】本発明者らの検討によれば、絶対偏差Z(35-65)及びZ(70-100)が0.3未満であることが必要である。絶対偏差Z(35-65)及びZ(70-100)が0.3未満であることは、無機微粒子外添剤がトナー粒子表面に均一に付着しており、トナー粒子に対する無機微粒子外添剤の付着量がトナー粒子径によりほぼ決定され、かつ付着量のばらつきが小さいことを示す。

【0043】絶対偏差Z(35-65)またはZ(70-100)が0.3以上となる場合は、トナー粒子への無機微粒子外添剤の付着量が不均一となり、トナー粒子の摩擦帯電量のばらつきが大きくなりやすくなる。そのため、カブリを生じ易くなる。また、長期の繰り返し使用によって、無機微粒子外添剤の付着量が少ないトナー粒子はトナー粒子への無機微粒子外添剤の埋め込みが加速され、無機微粒子外添剤の付着量が少ないトナー粒子からは無機微粒子外添剤がトナー粒子表面から遊離してトナー全体としての摩擦帯電量のばらつきがより大きくなり、顕著なカブリを生じるようになる。

【0044】従って、絶対偏差Z(35-65)は0.25未満であることがより好ましく、更に好ましくは0.2未満である。同様に、絶対偏差Z(70-100)も0.25未満であることがより好ましく、更に好ましくは0.2未満である。

【0045】また、絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との差分の絶対値は、0.1未満である。絶対偏差Z(35-65)の値が絶対偏差Z(70-100)の値よりも大きくなりすぎる場合には、トナー粒子表面への無機微粒子外添剤の付着強度が十分ではなく、長期の繰り返し使用によって無機微粒子外添剤がトナー粒子表面から遊離して、トナー粒子の摩擦帯電量のばらつきが大きくなる。逆に、絶対偏差Z(70-100)の値が絶対偏差Z(35-65)の値よりも大きくなりすぎる場合には、70%個数径以上のトナー粒子の摩擦帯電が不均一となり、カブリを生じ易くなる。

【0046】従って、絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との差分の絶対値は、0.08未満であることがより好ましく、更に好ましくは0.06未満である。

【0047】絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との比は、0.9以上かつ1.2未満であることが必要である。この比が0.9未満の場合、絶対偏差Z(70-100)の値が絶対偏差Z(35-65)の値よりも相対的に大きくなり過ぎ、70%径以上のトナー粒子に無機微粒子外添剤の付着が過剰な粒子

10

20

30

40

50

の比率が増加する。このため、繰り返し使用によってトナー粒子表面から遊離する無機微粒子外添剤が増加し、トナー粒子表面から遊離した無機微粒子外添剤がトナー全体の摩擦帯電性を損乱及び阻害するためカブリを生じる。また、絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との比が1.2以上の場合、絶対偏差Z(35-65)の値が絶対偏差Z(70-100)の値よりも相対的に大きくなり過ぎ、35%径以上65%径以下のトナー粒子に無機微粒子外添剤の付着が過剰な粒子の比率が増加し、カブリを生じる。

【0048】すなわち、無機微粒子外添剤の付着が過剰なトナー粒子が、70%径以上或いは35%径以上65%径以下のいずれかに偏って存在する場合には、カブリをより生じ易くなる。

【0049】本発明者の検討によれば、絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との比を0.9以上かつ1.2未満とすることで、カブリを抑制することができる。絶対偏差Z(35-65)と絶対偏差Z(70-100)との比は、1.0以上かつ1.1未満であることがより好ましい。

【0050】本発明のトナーは、トナーの円相当径個数分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%をXB(0-30)、35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%をXB(35-65)、70%径以上のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%をXB(70-100)、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%をXB(0-100)としたとき、下記式、

$$XB(0-100) < 90$$

$$|XB(0-30) - XB(35-65)| + |XB(35-65) - XB(70-100)| < 15$$

を満足することが好ましい。

【0051】3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子が90%よりも多くなると、長期の繰り返し使用によって無機微粒子外添剤がトナー表面に徐々に埋め込まれてゆき、トナーの摩擦帯電性及び流動性が低下してカブリを生じ易くなる。

【0052】3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子は35%以上70%以下であることがより好ましい。

【0053】トナーの粒度分布における3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%XB(0-30)と35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%XB(35-65)の差分の絶対値と、35%径以上65%

径以下のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%XB(35-65)と70%径以上のトナー粒子のうち凹凸度が1.10未満である粒子の個数%XB(70-100)の差分の絶対値との和が15未満であることが好ましいことを示す。

【0054】この値が15以上となり、凹凸度が1.10未満であるトナー粒子の個数%が、トナー粒度分布の一部(例えば、30%径以下のトナー粒子)に集中し、トナー粒度分布の他の部分(例えば、35%径以上65%径以下のトナー粒子)の凹凸度が1.10未満であるトナー粒子の個数%との差異が大きくなると、繰り返し使用によってトナー全体としての摩擦帯電のばらつきが大きくなり、カブリを生じる。

【0055】また、本発明のトナーは、トナーの円相当径個数分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.15未満である粒子の個数%をXC(0-100)としたとき、下記式、

$$XC(0-100) > 70$$

を満足することが好ましい。

【0056】3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.15未満である粒子が70%以下になると、トナー表面に無機微粒子外添剤が均一には付着できないトナー粒子が増加し、カブリを生じ易くなる。3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち凹凸度が1.15未満である粒子の個数%XC(0-100)は80よりも大きいことがより好ましい。

【0057】また、本発明のトナーは、トナーの円相当径個数分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均円形度をY(0-30)、円形度の変動係数をYA(0-30)、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均円形度をY(35-65)、円形度の変動係数をYA(35-65)、70%径以上のトナー粒子の平均円形度をY(70-100)、円形度の変動係数をYA(70-100)、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均円形度をY(0-100)、円形度の変動係数をYA(0-100)としたとき、下記式、

$$0.7 < Y(0-100) < 0.85$$

$$YA(0-100) < 15$$

$$|Y(0-30) - Y(35-65)| + |Y(35-65) - Y(70-100)| < 0.10$$

$$|YA(0-30) - YA(35-65)| + |YA(35-65) - YA(70-100)| < 3$$

を満足することが好ましい。

【0058】トナーの粒度分布における3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均円形度Y(0-100)が0.7以上かつ0.85以下であることが好ましく、Y(0-100)がこの規定範囲内にあることで、良好な転写性とクリーニング性を両立する

ことができる。

【0059】すなわち、トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均円形度 $Y(0-100)$ が 0.7 未満であると、トナーの転写性が低下しやすく、転写残トナーが増加する。逆に、円形度 $Y(0-100)$ が 0.85 より大きいと、トナーのクリーニング性が低下し、クリーニング不良による画像欠陥を生じ易くなる。

【0060】トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の平均円形度 $Y(0-100)$ が 0.7 以上 0.8 未満であることがより好ましく、この規定範囲内にあることで、より良好なクリーニング性と転写性を両立することができる。

【0061】トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の円形度の変動係数 $YA(0-100)$ が 15 未満であることが好ましい。 $YA(0-100)$ が 15 より大きいと、トナー粒子の間での転写性及びクリーニング性のばらつきが大きくなり、安定した転写性及びクリーニング性を得ることが困難となる。

【0062】 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の円形度の変動係数 $YA(0-100)$ は 12 未満であることがより好ましい。

【0063】トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の平均円形度 $Y(70-100)$ の差分の絶対値との和が 0.10 未満であることが好ましい。

【0064】これは、本発明者の検討により、以下の知見が得られたことに基づく。

【0065】すなわち、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(0-30)$ が、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(35-65)$ よりも大きくなりすぎると、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の転写性が目立って低下し、選択的に転写残トナーとなる。転写残トナーに粒径の小さいものが増加すると、転写残トナーのクリーニングがより困難となり、クリーニング不良を生じ易くなる。

【0066】逆に、平均円形度 $Y(35-65)$ が平均円形度 $Y(0-30)$ よりも大きくなりすぎると、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子に適切な摩擦帯電量を付与できる摩擦帯電条件で、 30% 径以下のトナー粒子の摩擦帯電量が過剰になることで、トナー全体としての現像性を低下させてしまう。摩擦帯電付与の条件を調整して 30% 径以下のトナー粒子の摩擦帯電量が過剰となることを防止すると、 35% 径以上 65% 径以下のト

ナー粒子に均一な摩擦帯電を付与することができず、トナー全体としての現像性が低下する。

【0067】また、平均円形度 $Y(35-65)$ が平均円形度 $Y(70-100)$ よりも大きくなりすぎると、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子に適切な摩擦帯電量を付与できる摩擦帯電条件で、 70% 径以上のトナー粒子の摩擦帯電量が不十分になり易く、カブリを生じやすい。摩擦帯電付与の条件を調整して 70% 径以上のトナー粒子の摩擦帯電量が適正となるように摩擦帯電の付与条件を調整すると、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の摩擦帯電が過剰となりやすく、トナー全体としての現像性が低下する。

【0068】逆に、平均円形度 $Y(70-100)$ が平均円形度 $Y(35-65)$ よりも大きくなりすぎると、 70% 径以上のトナー粒子の転写性が低下し、転写時の文字中抜け等の転写工程での画質低下を生じ易くなる。

【0069】これらの知見を元に、本発明者が更に検討を重ね、 30% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の平均円形度 $Y(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の平均円形度 $Y(70-100)$ の差分の絶対値との和が 0.10 未満であることにより、上記の課題が解決され、長期の繰り返し使用によってもトナーの現像性が低下することなく、格別に安定した現像性が得られることが判明した。

【0070】トナーの粒度分布における $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(70-100)$ の差分の絶対値との和が 3 未満であることが好ましい。

【0071】すなわち、上記本発明者の検討により、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子の円形度の変動係数 $YA(0-100)$ が 15 未満という範囲で、トナー粒子の円形度のばらつきが許容されたが、トナー粒子の円形度のばらつきがトナー粒度分布の一部（例えば、 30% 径以下のトナー粒子）に集中し、トナー粒度分布の他の部分（例えば、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子）のトナー粒子の円形度のばらつきとの差異が大きくなると、繰り返し使用によってトナーの転写性或いはクリーニング性が低下することが判明した。

【0072】本発明者は更に検討を重ね、 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における 30% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(0-30)$ と 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(35-65)$ の差分の絶対値と、 35% 径以上 65% 径以下のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(35-65)$ と 70% 径以上のトナー粒子の円形度の変動係数 $YA(70-100)$ の差分の絶対値との和が 3 未満であることが好ましい。

10

20

30

40

50

5-65)の差分の絶対値と、35%径以上65%径以下のトナー粒子の円形度の変動係数YA(35-65)と70%径以上のトナー粒子の円形度の変動係数YA(70-100)の差分の絶対値との和が3未満であることで、長期の繰り返し使用によっても、より安定した転写性及びクリーニング性が得られる。

【0073】トナーの円相当径個数分布の3μm以上10μm以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%をYB(0-30)、35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%をYB(35-65)、70%径以上のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%をYB(70-100)、3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%をYB(0-100)としたとき、下記式、 $YB(0-100) < 80$

$$|YB(0-30) - YB(35-65)| + |YB(35-65) - YB(70-100)| < 20$$

を満足することが好ましい。

【0074】3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子が80%よりも多くなると、クリーニング性が低下し、クリーニング不良による画像欠陥を生じ易くなる。

【0075】3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子は75%以下であることがより好ましい。

【0076】トナーの粒度分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%YB(0-30)と35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%YB(35-65)の差分の絶対値と、35%径以上65%径以下のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%YB(35-65)と70%径以上のトナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%YB(70-100)の差分の絶対値との和が20未満であることが好ましく、この値が20未満であることで、長期の繰り返し使用によっても良好な転写性とクリーニング性を維持することができるトナーが得られる。

【0077】すなわち、YB(0-30)の値がYB(35-65)の値よりも大きすぎると、トナー全体として粒径が小さくかつ円形度の高いトナー粒子の比率が大きくなるためにクリーニング性が低下しやすい。逆に、YB(35-65)の値がYB(0-30)の値よりも大きすぎると、トナー全体として粒径が小さくかつ円形度の低いトナー粒子の比率が大きくなるために転写性が低下しやすい。また、YB(70-100)の値がYB(35-65)の値よりも大きすぎると、粒径が大きくかつ円形度の低いトナー粒子が長期の繰り返し使用

によって破碎され、粒径が小さくかつ円形度の低いトナー粒子が生成するために転写性が低下しやすい。逆に、YB(35-65)の値がYB(70-100)の値よりも大きすぎると、35%径以上65%径以下のトナー粒子に円形度が小さく転写性の低い粒子が多くなるために、トナー全体としての転写性が低下しやすい。

【0078】また、本発明のトナーは、トナーの円相当径個数分布の3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.7よりも大きい粒子の個数%をYC(0-100)としたとき、下記式、 $YC(0-100) > 70$

を満足することが好ましい。

【0079】3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.7よりも大きい粒子が70%以下になると、円形度が小さく転写性の低い粒子が多くなるために、トナー全体としての転写性が低下しやすい。3μm以上10μm以下の粒径範囲における全トナー粒子のうち円形度が0.8よりも大きい粒子の個数%XC(0-100)は75よりも大きいことがより好ましい。

【0080】本発明において、トナー粒子の凹凸度は下記式

$$\text{凹凸度} = L^2 / 4 \cdot \pi \cdot A$$

〔式中、Lは粒子投影像の周囲長を表し、Aは粒子像の投影面積を表す。〕で計算された値を意味する。

【0081】また、本発明において円相当径は、トナー粒子の粒子像投影面積と同じ面積を有する円の直径である。この円相当径の個数粒度分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれる全トナー粒子の凹凸度の総和を、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれる全測定トナー粒子数nで除した値を平均凹凸度X(0-100)と定義する。

【0082】また、凹凸度の変動係数XA(0-100)は下記式より求められる。

$$\text{凹凸度の変動係数} XA(0-100) = \{\sigma_x / D(0-100)\} \times 100$$

〔式中、D(0-100)は円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円相当径の総和を全トナー粒子数nで除した個数平均径を表し、σxは円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の凹凸度分布の標準偏差を表す〕。

【0083】なお、凹凸度分布の標準偏差σxは、下記式より求められる。

$$\text{標準偏差} \sigma_x = [\sum \{X_i - X(0-100)\}^2 / n]^{1/2}$$

〔式中、Xiは円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲における各トナー粒子の凹凸度を表す〕。

【0084】本発明において、トナーの円相当径個数分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲での30%径とは、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に

において最小の円相当径を有するトナー粒子から数えて、全トナー粒子数 n の30%値である P 番目($P=0.3 \times n$)に小さな円相当径を有するトナー粒子の円相当径である。例えば、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に5000個のトナー粒子が測定された場合には、全トナー粒子数5000の30%値である1500番目に小さな円相当径を有するトナー粒子の円相当径を30%径とする。全トナー粒子数 n の30%値である P が小数点以下の値を有する場合は、四捨五入して整数 P を決定する。同様に、35%径、65%径及び70%径は、それぞれ円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子のうち、 $(0.35 \times n)$ 番目、 $(0.65 \times n)$ 番目、 $(0.7 \times n)$ 番目に小さな円相当径を有するトナー粒子の円相当径である。

【0085】また、本発明において、トナーの円相当径個数分布における $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(0-30)$ とは、トナーの円相当径個数分布において $3 \mu\text{m}$ 以上の円相当径を有し、かつトナーの円相当径個数分布における $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下の円相当径を有するトナー粒子の凹凸度の総和を、 $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の円相当径を有するトナー粒子の数 $n(0-30)$ で除した値である。例えば、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に5000個のトナー粒子が測定された場合には、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲において最小の円相当径を有するトナー粒子から全トナー粒子数5000の30%値である1500番目に小さな円相当径を有するトナー粒子までの1500個のトナー粒子の凹凸度の総和を、 $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の円相当径を有するトナー粒子の数1500個で除した値が、平均凹凸度 $X(0-30)$ となる。同様に円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に5000個のトナー粒子が測定された場合の例では、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均凹凸度 $X(35-65)$ は、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子数5000の35%値である1750番目に小さな円相当径を有するトナー粒子から65%値である3250番目に小さな円相当径を有するトナー粒子までの1501個のトナー粒子の凹凸度の総和を、35%径以上65%径以下の円相当径を有するトナー粒子の数1501個で除した値となる。70%径以上のトナー粒子の平均凹凸度 $X(70-100)$ は、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における全トナー粒子数5000の70%値である3500番目に小さな円相当径を有するトナー粒子から円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲において最大の円相当径を有するトナー粒子までの1501個のトナー粒子の凹凸度の総和を、70%径以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の円相当径を有するトナー粒子の数1501個で除した値となる。

【0086】また、本発明において、トナーの円相当径

個数分布における $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(0-30)$ とは、円相当径が $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の個数平均径 $D(0-30)$ に対する、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の凹凸度分布の標準偏差 $\sigma_x(0-30)$ の百分率によって与えられる値である。なお、円相当径が $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の個数平均径 $D(0-30)$ は、円相当径が $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円相当径の総和を円相当径が $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子数で除して求められる。

【0087】この変動係数は、円相当径 $3 \mu\text{m}$ 以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の凹凸度分布の広がり、トナー粒径因子を取り除いて異なるトナー粒径範囲のトナー粒子の凹凸度分布の広がりと比較するための指標である。同様に、35%径以上65%径以下のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(35-65)$ 及び70%径以上のトナー粒子の凹凸度の変動係数 $XA(70-100)$ は、下記式より求められる。

$$XA(35-65) = \{\sigma_x(35-65) / D(35-65)\} \times 100$$

$$XA(70-100) = \{\sigma_x(70-100) / D(70-100)\} \times 100$$

【式中、 $D(35-65)$ 及び $D(70-100)$ はトナーの円相当径個数分布における $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲における円相当径が35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円相当径の総和を、円相当径が35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の数で除した前記特定粒径範囲に含まれるトナー粒子の個数平均径を表し、 $\sigma_x(35-65)$ 及び $\sigma_x(70-100)$ は円相当径35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の凹凸度分布の標準偏差を表す】。

【0088】なお、標準偏差 $\sigma_x(0-30)$ 、 $\sigma_x(35-65)$ 及び $\sigma_x(70-100)$ は、下記式より求められる。

$$\sigma_x(0-30) = [\sum \{X_j - X(0-30)\}^2 / n(0-30)]^{1/2}$$

$$\sigma_x(35-65) = [\sum \{X_k - X(35-65)\}^2 / n(35-65)]^{1/2}$$

$$\sigma_x(70-100) = [\sum \{X_l - X(70-100)\}^2 / n(70-100)]^{1/2}$$

【式中、 X_j 、 X_k 及び X_l は円相当径30%径以下、円相当径35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲における各トナー粒子の凹凸度を表し、 $n(0-30)$ 、 $n(35-65)$ 及び $n(70-100)$ は円相当径30%径以下、円相当径35%径以上65%径

以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子数を表す】。

【0089】また、本発明において、トナー粒子の円形度は下記式

$$\text{円形度} = (4 \cdot A) / \{ (ML)^2 \cdot \pi \}$$

〔式中、MLは粒子投影像のピタゴラス法最大長を表し、Aは粒子像の投影面積を表す。〕で計算された値を意味する。

【0090】また、本発明において、円相当径の個数粒度分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれる全トナー粒子の円形度の総和を、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれる全測定トナー粒子数nで除した値を平均円形度Y(0-100)と定義する。

【0091】また、円形度の変動係数YA(0-100)は下記式より求められる。

$$\text{【0092】円形度の変動係数YA(0-100)} = \{ \sigma_y / D(0-100) \} \times 100$$

〔式中、D(0-100)は円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円相当径の総和を全トナー粒子数nで除した個数平均径を表し、σ_yは円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円形度分布の標準偏差を表す〕。

【0093】なお、円形度分布の標準偏差σ_yは、下記式より求められる。

$$\text{標準偏差}\sigma_y = [\sum \{ Y_i - Y(0-100) \}^2 / n]^{1/2}$$

〔式中、Y_iは円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲における各トナー粒子の円形度を表す〕。

【0094】また、本発明において、トナーの円相当径個数分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の平均円形度Y(0-30)とは、トナーの円相当径個数分布において3μm以上の円相当径を有し、かつトナーの円相当径個数分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲における30%径以下の円相当径を有するトナー粒子の円形度の総和を、3μm以上30%径以下の円相当径を有するトナー粒子数n(0-30)で除した値である。例えば、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に5000個のトナー粒子が測定された場合には、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲において最小の円相当径を有するトナー粒子から全トナー粒子数5000の30%値である1500番目に小さな円相当径を有するトナー粒子までの1500個のトナー粒子の円形度の総和を、3μm以上30%径以下の円相当径を有するトナー粒子の数1500個で除した値が、平均円形度Y(0-30)となる。同様に円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲に5000個のトナー粒子が測定された場合の例では、35%径以上65%径以下のトナー粒子の平均円形度Y(35-65)は、円相当径3μm以上10μm以下の

粒径範囲において全トナー粒子数5000の35%値である1750番目に小さな円相当径を有するトナー粒子から65%値である3250番目に小さな円相当径を有するトナー粒子までの1501個のトナー粒子の円形度の総和を、35%径以上65%径以下の円相当径を有するトナー粒子の数1501で除した値となる。70%径以上のトナー粒子の平均円形度Y(70-100)は、円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲において全トナー粒子数5000の70%値である3500番目に小さな円相当径を有するトナー粒子から円相当径3μm以上10μm以下の粒径範囲において最大の円相当径を有するトナー粒子までの1501個のトナー粒子の円形度の総和を、70%径以上10μm以下の円相当径を有するトナー粒子の数1501で除した値となる。

【0095】また、本発明において、トナーの円相当径個数分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲における30%径以下のトナー粒子の円形度の変動係数YA(0-30)とは、円相当径が3μm以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の個数平均径D(0-30)に対する、円相当径3μm以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円形度分布の標準偏差σ_y(0-35)の百分率によって与えられる値である。この変動係数YA(0-30)は、円相当径3μm以上30%径以下の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円形度分布の広がり、トナー粒径因子を取り除いて異なるトナー粒径範囲のトナー粒子の円形度分布の広がりと比較するための指標である。同様に、35%径以上65%径以下のトナー粒子の円形度の変動係数YA(35-65)及び70%径以上のトナー粒子の円形度の変動係数YA(70-100)は、下記式より求められる。

$$YA(35-65) = \{ \sigma_y(35-65) / D(35-65) \} \times 100$$

$$YA(70-100) = \{ \sigma_y(70-100) / D(70-100) \} \times 100$$

〔式中、D(35-65)及びD(70-100)はトナーの円相当径個数分布における3μm以上10μm以下の粒径範囲における円相当径が35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円相当径の総和を、円相当径が35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の数で除した前記特定粒径範囲に含まれるトナー粒子の個数平均径を表し、σ_y(35-65)及びσ_y(70-100)は円相当径35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子の円形度分布の標準偏差を表す〕。

【0096】なお、上記標準偏差σ_y(0-30)、σ_y(35-65)及びσ_y(70-100)は、下記式より求められる。

$$\sigma_y(0-30) = [\sum \{ Y_j - Y(0-30) \}^2 / n(0-30)]^{1/2}$$

$$\sigma_y(35-65) = [\sum \{Y_k - Y(35-65)\}^2 / n(35-65)]^{1/2}$$

$$\sigma_y(70-100) = [\sum \{Y_l - Y(70-100)\}^2 / n(70-100)]^{1/2}$$

〔式中、 Y_j 、 Y_k 及び Y_l は円相当径30%径以下、円相当径35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲における各トナー粒子の円形度を表し、 $n(0-30)$ 、 $n(35-65)$ 及び $n(70-100)$ は円相当径30%径以下、円相当径35%径以上65%径以下及び70%径以上の粒径範囲に含まれるトナー粒子数を表す〕。

【0097】また、本発明において、上述した平均凹凸度、凹凸度の変動係数、平均円形度及び円形度の変動係数を求めるための具体的な手法としては、光学系により拡大されたトナー粒子投影像を画像解析装置に取り込み、円相当径、周囲長、最大長および面積を求め、個々の粒子についての凹凸度及び円形度の値を算出し、これらの値を統計処理することによって求められる。

【0098】本発明においては、粒径範囲が分割、限定された平均凹凸度、凹凸度の変動係数、平均円形度及び円形度の変動係数を算出するため、これらの値の信頼性を得るために円相当径3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲に含まれる全測定トナー粒子数 n が3000程度以上であることが必要であり、凹凸度及び円形度の変動係数の信頼性をより高めるために全測定トナー粒子数 n を5000以上とすることが好ましい。

【0099】このように多数のトナー粒子の凹凸度及び円形度の解析を効率的に行うことが可能な具体的測定装置としては、マルチイメージアナライザー（ベックマン・コールター社製）がある。

【0100】マルチイメージアナライザーは、電気抵抗法による粒度分布測定装置に、CCDカメラにより粒子像を撮影する機能と撮影された粒子像を画像解析する機能を組み合わせたものである。詳細には、電解質溶液中に超音波等により均一に分散した測定粒子を、電気抵抗法による粒度分布測定装置であるマルチサイザーのアーチャーを粒子が通過する際の電気抵抗変化で検知し、これに同期してストロボを発光してCCDカメラで粒子像を撮影する。この粒子像をパソコンに取り込み、2値化後、画像解析するものである。

【0101】本発明におけるトナーの3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差 $Z(35-65)$ 、及び70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差 $Z(70-100)$ について詳細に説明する。

【0102】トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差は、以下のようにして求めることができる。まず、個々のトナー粒子についてトナー粒子径及び無機微粒子外添剤付着量を測定し、これらのデータを統計処理

して近似式を求める。個々のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の測定値データと上述近似式上でこれに対応するトナー粒子径での無機微粒子外添剤付着量の計算値との差分と、無機微粒子外添剤付着量の計算値との比を個々のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対誤差として求める。この絶対誤差を平均することによりトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差を求める。

【0103】本発明におけるトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差は、個々のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきを示す指標である。

【0104】本発明においては、トナー粒子へ付着している無機微粒子外添剤に含有される無機原子（例えば、無機微粒子外添剤がシリカの場合にはSi原子、チタニアの場合にはTi原子、アルミナの場合にはAl原子）の原子数（質量）のばらつきを示す絶対偏差を、トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差とする。

【0105】本発明における個々のトナー粒子への無機微粒子外添剤に含有される無機原子の原子数（無機微粒子外添剤の付着量に比例する数）は、例えばパーティクルアナライザーPT1000（横河電機社製）により測定することができる。

【0106】パーティクルアナライザーPT1000はJapan Hardcopy '97論文集の65～68ページに記載の原理で測定を行うマイクロ波誘導型大気圧Heプラズマ発光分光分析装置である。該装置はトナー等の微粒子を一個づつ、電子密度 $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、励起温度3,300K、20,000Kを超える高い電子温度を持つ高温の非熱平衡型プラズマへ導入し、プラズマにより微粒子を構成する元素が励起されることに伴う発光スペクトルから発光物の元素、粒子数、元素の原子数（質量）、粒子の粒径を解析するものである。元素は発光波長、粒子数は発光ピークの数、元素の原子数（質量）は発光ピークの高さよりそれぞれ求めることができる。

【0107】Heプラズマ発光において、元素はそれぞれの元素特有の発光スペクトルを有する。ある元素のサンプル中での原子数を求めるには、その元素特有の発光波長を測定波長として分光器に設定し、発光ピークの高さを測定することになる。測定波長はサンプル中の元素の含有量から適度な感度（多くの場合高い感度）の波長であり、かつサンプルに含まれる他の元素の発光によって攪乱されない波長を選択することが好ましい。

【0108】パーティクルアナライザーPT1000で測定されるトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量は、結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光と同期して発光する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光の高さから求められる無機原子の原子数（質量）である。

【0109】トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量は、結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光と、無機

微粒子外添剤に含有される無機原子（例えば、無機微粒子外添剤がシリカの場合にはSi原子、チタニアの場合にはTi原子、アルミナの場合にはAl原子）の発光との同時性から求める。

【0110】炭素原子の発光時間と無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光時間との差分が26msec以内である場合には、発光の同時性を認め、炭素原子と無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光は同期していると判断する。すなわち、トナー粒子表面に無機微粒子外添剤が付着していることを意味すると解釈する。

【0111】発光時間のずれが26msecよりも大きい場合は、炭素原子と無機原子の発光とは別個の粒子による発光と判断し、無機原子の発光は無機微粒子外添剤がトナー粒子表面から遊離していることを意味すると解釈する。

【0112】パーティクルアナライザーPT1000では、発光スペクトルをフォトマルにて電気信号化し、130μsの分解能のデータコンバーターで電気信号ピークをサーチし、ピークの電圧と時間をメモリする。実際にデータとして取り出されるピーク電圧値は、検出された電圧の3乗根である。

【0113】粒子の粒径は、元素の原子数（質量）から求められる測定元素だけで出来た真球の粒子を仮定した等価粒径、あるいは測定元素を含む特定の化合物での粒度補正係数を設定することによるその化合物としての換算等価粒径として求められる。

【0114】元素の発光スペクトルにおける特定の波長での発光ピークの高さは、その元素の原子数（質量）にほぼ比例する。また、元素の原子数の3乗根は等価粒径（ある元素の発光が得られた時、その元素だけで出来た真球の粒子を仮定したもの）に比例するので、3乗根電圧は粒子径（等価粒径及び測定元素を含む特定の化合物への換算等価粒径）に比例する事になる。

【0115】個々のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量は、理想的な外添（無機微粒子外添剤の粒径がほぼ均一でありトナー粒子に対して無視でき、トナー粒子表面が十分に平滑かつ均質であり、トナー粒子へ無機微粒子外添剤が均一に1層以下で付着する等の必要条件をすべて満たすような外添）では、トナー粒子の表面積に比例すると考えられる。

【0116】従って、トナー粒子が真球である場合にはトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量は、パーティクルアナライザーPT1000で測定される炭素元素の（ポリスチレン）換算等価粒径及び発光ピーク高さを光電変換して得られる電圧の3乗根（3乗根電圧）の2/3乗に比例すると考えられる。

【0117】しかしながら、パーティクルアナライザーPT1000で測定される現実のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量は、炭素原子の3乗根電圧の2/3乗に比例しない。これは、トナー粒子が真球ではなく（ト

ナー粒子の円形度及び凹凸度が共に1ではなく）、理想的な外添を達成するための必要条件も満たしていないためと考えられる。

【0118】本発明者らの検討によれば、同期する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光のピーク高さから求められる無機原子の3乗根電圧とトナー粒子の結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光のピーク高さから求められる炭素原子の3乗根電圧との間には、下記式 $Y = a \cdot X^n$ （ $n > 2/3$ ）

（但し、Xはトナー粒子の結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光高さから求められる炭素原子の3乗根電圧、Yは無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光の高さから求められる無機原子の3乗根電圧である。）との相関が高いことが判明した。

【0119】トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきは、無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光の高さから求められる無機原子の3乗根電圧とトナー粒子の結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光高さから求められる炭素原子の3乗根電圧との相関に対するばらつきによって表現されると考えられる。

【0120】本発明者らは、鋭意検討の末、トナーの3μm以上10μm以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきを示す無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光の高さから求められる無機原子の3乗根電圧とトナー粒子の結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光高さから求められる炭素原子の3乗根電圧との上記相関に対する絶対偏差をZ（35-65）と、トナーの3μm以上10μm以下の粒径範囲における70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のばらつきを示す無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光の高さから求められる無機原子の3乗根電圧とトナー粒子の結着樹脂の構成元素である炭素原子の発光高さから求められる炭素原子の3乗根電圧との上記相関に対する絶対偏差をZ（70-100）とが、下記関係式 $Z(35-65) < 0.3$

$Z(70-100) < 0.3$
 $|Z(35-65) - Z(70-100)| < 0.1$
 $0.9 < Z(35-65) / Z(70-100) < 1.2$

を満足することによって、トナー粒子への外添剤の付着量のトナー粒度依存性が良好に調整され、長期の繰返し使用によっても、従来に増してトナーの摩擦帯電特性の変動が小さく、格別に安定した現像性、転写性を示すトナーが得られることを知見し本発明に至った。

【0121】具体的な測定方法としては、0.1%酸素含有のヘリウムガスを用い、23℃で湿度60%の環境にて測定を行う。

【0122】測定波長は、例えば、炭素原子では247.860nmを用いる。無機微粒子外添剤に含有され

る無機原子の測定波長は、装置本体に推奨測定波長が設定されているが、例えば、Si原子では288.160 nm、Ti原子では232.232 nmまたは334.900 nm、Al原子では396.150 nmを用いることが好ましい。トナー粒子の結着樹脂に起因する炭素元素および無機微粒子外添剤に起因する無機元素の発光強度の測定はPT1000にて推奨されるチャンネルを選択する。

【0123】サンプルは、専用サンプラーを用いて、微量のトナーを直径25 mmのフィルター（孔径は0.5 μm以下が好ましい）に吸着させて作成する。吸着トナー量は、一回のスキャンで炭素原子の発光数が800 ± 200個となる様に設定することが好ましい。

【0124】測定は、炭素原子の発光数が総数で10000以上となるまでスキャンを繰り返し、発光数を積算する。

【0125】パーティクルアナライザーPT1000では元素の原子数（質量）に比例する信号を検出しているが、その信頼性を確保するために各元素（各測定波長）により測定可能範囲が限られている。例えば、炭素原子（測定波長247.860 nm）では、ポリスチレン換算径でおよそ1.9 ~ 13 μm（0.1%酸素含有のヘリウムガス使用時）である。このため大きな粒径（13 μm以上）を有するトナー粒子では、トナー粒子1個に含有される炭素原子量が大きくなり、トナーの正規な粒度を測定することが困難となる。したがって、比較的大きな粒径の粒子を有するトナーを測定する場合には、炭素原子を測定するチャンネルの3乗根電圧値を低くした設定（Low Voltage（1.8 V）の設定）にて測定することでこの問題を回避することが好ましい。

【0126】測定範囲の下限には、プラズマの乱れ等に起因するノイズレベルと元素の測定波長での感度が関係する。パーティクルアナライザーPT1000では、スキャン毎にノイズレベルを測定し、ノイズカットレベルを設定するため、データ解析ではノイズカットレベルが揃ったスキャンのみのデータを用いることが好ましい。

【0127】本発明においては、炭素原子ではノイズカットレベルが1.2 Vであるデータを用いて解析を行った。無機微粒子外添剤に含有される無機原子のノイズカットレベルは元素、測定波長等の選択によって異なってくるが、例えば、Si原子では1.3 V、Ti原子では1.3 V、Al原子では1.3 Vであるデータを用いて解析を行った。

【0128】このデータを元に、トナーの3 μm以上10 μm以下の粒径範囲における35%個数径以上65%個数径以下のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差をZ（35-65）、及びトナーの3 μm以上10 μm以下の粒径範囲における70%個数径以上のトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差をZ（70-100）を算出する。

【0129】まず、パーティクルアナライザーPT1000で所定のノイズカットレベルで測定されたすべての粒子の発光ピークの発光時間とその発光ピークから計算された3乗根電圧とのデータを表計算あるいは統計処理のためのソフト上に移す。

【0130】炭素原子の3乗根電圧を基準に全データを昇順に並び替え、炭素原子の3乗根電圧が0であり、無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧が得られているデータを切り分ける。ここで切り分けられたデータは、トナー粒子表面から遊離して単独で存在する無機微粒子外添剤に起因するものとして本発明のための処理データから除外する。

【0131】次に、炭素原子の3乗根電圧の頻度分布曲線を作成し、3乗根電圧のモード値を求める。

【0132】同様の手法で、マルチイメージアナライザーで得られるトナーの円相当径を用い、個数頻度分布曲線を作成し、円相当径のモード値を求める。

【0133】円相当径のモード値と3乗根電圧のモード値の比から、マルチイメージアナライザーで得られるトナーの円相当径3 μm及び10 μmに相当する炭素原子の3乗根電圧を求める。

【0134】例えば、マルチイメージアナライザーで得られるトナーの円相当径のモード値が6 μmで、パーティクルアナライザーPT1000で得られる炭素原子の3乗根電圧のモード値が5 Vである場合には、円相当径3 μm及び10 μmは、炭素原子の3乗根電圧2.5 V及び8.33 Vに相当するものとする。

【0135】前記処理データから、炭素原子の3乗根電圧が円相当径3 μmに相当する3乗根電圧未満のデータ、及び炭素原子の3乗根電圧が円相当径10 μmに相当する3乗根電圧よりも大きなデータを取り除き、本発明における絶対偏差を求めるための母体データ（3 μm以上10 μm以下の粒径範囲におけるデータ）を作成する。

【0136】次に、3 μm以上10 μm以下の粒径範囲における炭素原子の3乗根電圧の70%値を求める。70%値は、上記母体データにおいて最小の3乗根電圧を有するデータから数えて、上記母体データの全データ数mの70%値であるQ番目（ $Q = 0.7 \times m$ ）に小さな3乗根電圧を有するデータの炭素原子の3乗根電圧である。全データ数mの70%値であるQが小数点以下の値を有する場合は、四捨五入して整数Qを決定する。同様に、35%値、及び65%値を求める。

【0137】次に、炭素原子の3乗根電圧が70%値以上である母体データについて、炭素原子の3乗根電圧を横軸（X軸）に、無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧を縦軸（Y軸）にして散布図グラフを作成し、この散布図の累乗近似曲線式

$$Y = \alpha \cdot X^{\beta}$$

を求める。

【0138】得られた累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値と、代入した炭素原子の3乗根電圧に対応する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧との差を求め、この差を累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値で除したものを誤差として算出した。

【0139】誤差が正であるもののみ、その誤差値を積算し、積算データ数で除したものが本発明における絶対偏差Z(70-100)である。

【0140】さらに、本発明における絶対偏差Z(35-65)は以下のようにして求める。

【0141】炭素原子の3乗根電圧が35%値以上かつ65%値以下である母体データについて、絶対偏差Z(70-100)を求める際に算出した累乗近似曲線式に、Xの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値と、代入した炭素原子の3乗根電圧に対応する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧との差を求め、この差を累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値で除したものを誤差として算出した。炭素原子の3乗根電圧が35%値以上かつ65%値以下であるデータのうち、誤差が正であるもののみ、その誤差値を積算し、積算データ数で除したものが本発明における絶対偏差Z(35-65)である。

【0142】本発明においては、トナーは体積粒度分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲に80体積%以上のトナー粒子を含有することが必要である。体積粒度分布で10 μ m以上に多くの粒子を含む場合は、トナー全体としての転写性が低下し、得られるトナー画像での細線の解像性及びグラフィックの画質が低下する。体積粒度分布で3 μ m以下、あるいは3 μ m以下と10 μ m以上の両方に多くの粒子を含む場合は、トナー全体としての摩擦帯電均一性が低下し、得られるトナー画像でのカブリあるいは画像濃度低下を生じ易くなる。これに対して、トナーは体積粒度分布の3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲に80体積%以上のトナー粒子を含有することでこれらの問題を生じ難く、本発明の安定した現像性・転写性の効果を得ることができる。

【0143】本発明において、トナーの体積粒度分布はコールターカウンターTA-II型あるいはコールターマルチサイザー(コールター社製)等種々の方法で測定可能であるが、本発明においてはコールターマルチサイザー(ベックマン・コールター社製)を用い、体積粒度分布を出力するインターフェイス及びパソコンを接続し、電解質溶液は1級塩化ナトリウムを用いて1%NaCl水溶液を調整する。たとえば、ISOTON R-II(コールターサイエンティフィックジャパン社製)が使用できる。測定法としては、前記電解水溶液100~150ml中に分散剤として界面活性剤、好ましくは

アルキルベンゼンスルホン酸塩を0.1~5ml加え、更に測定試料を2~20mg加える。試料を懸濁した電解質溶液を超音波分散器で約1~3分間分散処理し、前記コールターマルチサイザーによりアパーチャーとして100 μ mアパーチャーを用いて、2 μ m以上のトナー粒子の体積、個数を測定して体積分分布を算出した。

【0144】本発明のトナーは、無機微粒子外添剤を有することが必要である。

10 【0145】この無機微粒子外添剤は、1次粒子の個数平均径(平均1次粒子径)が4~100nmであることが好ましい。無機微粒子外添剤の1次粒子の個数平均径が上記範囲よりも大きすぎる場合、または上記範囲の無機微粒子外添剤が添加されていない場合には、トナーの良好な流動性が得られず、トナー粒子への摩擦帯電付与が不均一になり易いため、カブリの増大、画像濃度の低下、トナー飛散等の問題を避けられない。また、トナーの保存性が低下し、画像形成装置内でトナーが受ける熱的あるいは機械的負荷によりトナー粒子同士の融着あるいはトナー粒子が画像形成装置中の部材に固着を生じ易くなる。更に、無機微粒子外添剤の1次粒子の個数平均径が4nmよりも小さい場合には、無機微粒子外添剤の凝集性が強まり、一次粒子ではなく解砕処理によっても解れ難い強固な凝集性を持つ粒度分布の広い凝集体として挙動し易くなるため、無機微粒子外添剤の凝集体の現像による画像抜け、像担持体、現像剤担持体或いは接触帯電部材等を傷つけるなどによる画像欠陥を生じ易くなる。これらの観点から、無機微粒子外添剤の1次粒子の個数平均径は6~50nmであることがより好ましく、

30 8~35nmであることが更に好ましい。
【0146】本発明において無機微粒子外添剤の1次粒子の個数平均径は、以下のように測定することにより得られる値である。すなわち、走査型電子顕微鏡により拡大撮影したトナーの写真と、更に走査型電子顕微鏡に付属させたXMA等の元素分析手段によって無機微粒子外添剤の含有する元素でマッピングされたトナーの写真を対照し、トナー粒子表面に付着或いは遊離して存在している無機微粒子外添剤の1次粒子を100個以上測定し、個数平均径を求めることができる。

40 【0147】また本発明において無機微粒子外添剤は、シリカ、チタニア、アルミナから選ばれる少なくとも1種を含有することが好ましい。例えば、シリカ微粉体としては、ケイ素ハロゲン化物の蒸気相酸化により生成されるいわゆる乾式法又はヒュームドシリカと称される乾式シリカ、及び水ガラス等から製造されるいわゆる湿式シリカの両者が使用可能であるが、表面及びシリカ微粉体の内部にあるシラノール基が少なく、またNa₂O、SO₃⁻等の製造残滓の少ない乾式シリカの方が好ましい。また乾式シリカにおいては、製造工程において例えば、塩化アルミニウム、塩化チタン等他の金属ハロゲン

化合物をケイ素ハロゲン化合物と共に用いることによって、シリカと他の金属酸化物の複合微粉体を得ることも可能でありそれらも包含する。

【0148】また、本発明において無機微粒子外添剤は、疎水化処理されていることが好ましい。無機微粒子外添剤を疎水化処理することによって、無機微粒子外添剤の高湿環境における帯電性の低下を防止し、無機微粒子外添剤が表面に付着したトナー粒子の摩擦帯電量の環境安定性を向上させることで、トナーとしての画像濃度、カブリ等の現像特性の環境安定性をより高めることができる。無機微粒子外添剤の帯電性及び無機微粒子外添剤が表面に付着したトナー粒子の摩擦帯電量の環境による変動を抑制することで、像担持体上へのトナー供給量を安定化することができる。

【0149】疎水化処理の処理剤としては、シリコンワニス、各種変性シリコンワニス、シリコンオイル、各種変性シリコンオイル、シラン化合物、シランカップリング剤、その他有機珪素化合物、有機チタン化合物の如き処理剤を単独で或いは併用して処理しても良い。その中でも、無機微粒子外添剤は少なくともシリコンオイルで処理されていることが特に好ましくよい。

【0150】上記シリコンオイルは、25℃における粘度が10～200,000mm²/sのものが、さらには3,000～80,000mm²/sのものが好ましい。シリコンオイルの粘度が上記範囲よりも小さすぎる場合には、無機微粒子外添剤の処理に安定性が無く、処理したシリコンオイルが熱および機械的な応力により脱離、転移或いは劣化して画質が劣化する傾向がある。また、粘度が上記範囲よりも小さすぎる場合には、無機微粒子外添剤の均一な処理が困難になる傾向がある。

【0151】使用されるシリコンオイルとしては、例えばジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、 α -メチルスチレン変性シリコンオイル、クロルフェニルシリコンオイル、フッ素変性シリコンオイル等が特に好ましい。

【0152】シリコンオイルの処理の方法としては、例えばシラン化合物で処理された無機微粒子外添剤とシリコンオイルとをヘンシェルミキサー等の混合機を用いて直接混合してもよいし、無機微粒子外添剤にシリコンオイルを噴霧する方法を用いてもよい。あるいは適当な溶剤にシリコンオイルを溶解あるいは分散せしめた後、無機微粒子外添剤を加え混合し溶剤を除去する方法でもよい。無機微粒子外添剤の凝集体の生成が比較的少ない点から、噴霧機を用いる方法がより好ましい。

【0153】シリコンオイルの処理量は無機微粒子外添剤100質量部に対し1～30質量部、好ましくは5～20質量部が良い。

【0154】シリコンオイルの量が上記範囲よりも少なすぎると良好な疎水性が得られず、多すぎるとカブリ

発生等の不具合が生ずる。

【0155】また本発明において無機微粒子外添剤は、少なくともシラン化合物で処理すると同時に、またはその後シリコンオイルで処理されていることが好ましい。無機微粒子外添剤の処理にシラン化合物を用いることが、シリコンオイルの無機微粒子外添剤への付着性を高めて、無機微粒子外添剤の疎水性及び帯電性を均一化する上で特に好ましく良い。

【0156】無機微粒子外添剤の処理条件としては、例えば第一段反応としてシリル化反応を行いシラノール基を化学結合により消失させた後、第二段反応としてシリコンオイルにより表面に疎水性の薄膜を形成することができる。

【0157】また、本発明の現像剤は、無機微粒子外添剤の含有量がトナー全体の0.3～3.0質量%であることが好ましい。無機微粒子外添剤の含有量が上記範囲より少なすぎる場合には、無機微粒子外添剤を添加することの効果が十分に得られず、また上記範囲より多すぎる場合には、トナー粒子に対して過剰な無機微粒子外添剤が、トナー粒子表面から遊離した凝集体として挙動し易くなり、凝集体の現像による画像上の白抜け等を生じる。無機微粒子外添剤は、トナー全体の0.5～2.5質量%であることがさらに好ましい。

【0158】本発明で用いられる無機微粒子外添剤は、BET法で測定した窒素吸着による比表面積が20～250m²/gのものが好ましく、40～200m²/gのものがより好ましい。比表面積は、BET法に従い、比表面積測定装置オートソープ1（湯浅アイオニクス社製）を用いて試料表面に窒素ガスを吸着させ、BET多点法を用いて比表面積を算出することができる。

【0159】本発明に使用されるトナー粒子が有する結着樹脂の種類としては、例えば、スチレン系樹脂、スチレン系共重合樹脂、ポリエステル樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、フェノール樹脂、天然変性フェノール樹脂、天然樹脂変性マレイン酸樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリ酢酸ビニル、シリコン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、フラン樹脂、エポキシ樹脂、キシレン樹脂、ポリビニルブチラル、テルペン樹脂、クマロンインデン樹脂、石油系樹脂等が使用できる。

【0160】スチレン系共重合体のスチレンモノマーに対するコモノマーとしては、例えば、ビニルトルエン等のスチレン誘導体；例えば、アクリル酸又はアクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸オクチル、アクリル酸-2-エチルヘキシル、アクリル酸フェニル等のアクリル酸エステル類；例えば、メタクリル酸又はメタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、メタクリル酸オクチル等のメタクリル酸エステル類；例えば、マレイン酸又はマレイン酸ブチル、マレイン酸メチル、マレイン酸ジメチル等のような二重結合を有するジカル

ボン酸エステル類；例えば、アクリルアミド、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、ブタジエン又は塩化ビニル、酢酸ビニル、安息香酸ビニル等のようなビニルエステル類；例えば、エチレン、プロピレン、ブチレン等のようなエチレン系オレフィン類；例えば、ビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン等のようなビニルケトン類；例えば、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニルイソブチルエーテル等のようなビニルエーテル類；等のビニル系単量体が単独もしくは2つ以上用いられる。

【0161】ここで架橋剤としては、主として2個以上の重合可能な二重結合を有する化合物が用いられ、例えば、ジビニルベンゼン、ジビニルナフタレン等のような芳香族ジビニル化合物；例えばエチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、1,3-ブタンジオールジメタクリレート等のような二重結合を2個有するカルボン酸エステル；ジビニルアニリン、ジビニルエーテル、ジビニルスルフィド、ジビニルスルホン等のジビニル化合物；及び3個以上のビニル基を有する化合物；が単独もしくは混合物として用いられる。

【0162】結着樹脂のガラス転移点温度（ T_g ）は、50～70℃であることが好ましい。ガラス転移点温度が上記範囲よりも低すぎると場合にはトナーの保存性が低下し、高すぎる場合には定着性に劣る。

【0163】本発明で用いられるトナー粒子にワックス成分を含有させるのは好ましい形態のひとつである。本発明に用いられるトナー粒子に含有されるワックスとしては、低分子量ポリエチレン、低分子量ポリプロピレン、ポリオレフィン、ポリオレフィン共重合体、マイクロクリスタリンワックス、パラフィンワックス、フィッシュアトロブシュワックスなどの脂肪族炭化水素系ワックス；酸化ポリエチレンワックスなどの脂肪族炭化水素系ワックスの酸化物；または、それらのブロック共重合体；カルナバワックス、モンタン酸エステルワックスなどの脂肪酸エステルを主成分とするワックス類；脱酸カルナバワックスなどの脂肪酸エステル類を一部または全部を脱酸化したものなどが挙げられる。さらに、パルミチン酸、ステアリン酸、モンタン酸、あるいは更に長鎖のアルキル基を有する長鎖アルキルカルボン酸類などの飽和直鎖脂肪酸類；プラシジン酸、エレオステアリン酸、バリナリン酸などの不飽和脂肪酸類；ステアリルアルコール、アラキルアルコール、ベヘニルアルコール、カルナウビルアルコール、セチルアルコール、メリシルアルコール、あるいは更に長鎖のアルキル基を有する長鎖アルキルアルコール類などの飽和アルコール類；ソルビトールなどの多価アルコール類；リノール酸アミド、オレイン酸アミド、ラウリン酸アミドなどの脂肪酸アミド類；メチレンビスステアリン酸アミド、エチレンビスカプリン酸アミド、エチレンビスラウリン酸アミ

ド、ヘキサメチレンビスステアリン酸アミドなどの飽和脂肪酸ビスアミド類、エチレンビスオレイン酸アミド、ヘキサメチレンビスオレイン酸アミド、N, N'-ジオレイルアジピン酸アミド、N, N'-ジオレイルセバシン酸アミドなどの不飽和脂肪酸アミド類；m-キシレンビスステアリン酸アミド、N, N'-ジステアリルイソフタル酸アミドなどの芳香族系ビスアミド類；ステアリン酸カルシウム、ラウリン酸カルシウム、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸マグネシウムなどの脂肪酸金属塩

10 （一般に金属石けんといわれているもの）；脂肪族炭化水素系ワックスにスチレンやアクリル酸などのビニル系モノマーを用いてグラフト化させたワックス類；ベヘニン酸モノグリセリドなどの脂肪酸と多価アルコールの部分エステル化物；植物性油脂の水素添加などによって得られるヒドロキシル基を有するメチルエステル化合物などが挙げられる。

【0164】本発明においては、該ワックスを結着樹脂100質量部に対して好ましくは0.5～20質量部、より好ましくは0.5～15質量部の範囲で用いられ

20 る。
【0165】本発明に使用されるトナー粒子が有する着色剤としては、カーボンブラック、ランプブラック、鉄黒、群青、ニグロシン染料、アニリンブルー、フタロシアニンブルー、フタロシアニングリーン、ハンザイエローG、ローダミン6G、カルコオイルブルー、クロムイエロー、キナクリドン、ベンジジンイエロー、ローズベンガル、トリアリールメタン系染料、モノアゾ系、ジスアゾ系染料等、従来公知の染料を単独或いは混合して使用し得る。

30 【0166】本発明のトナーは、磁場79.6kA/mにおける磁化の強さが10～40Am²/kgである磁性トナーであることが好ましい。トナーの磁化の強さは20～35Am²/kgであることがより好ましい。

【0167】本発明において磁場79.6kA/mにおける磁化の強さを規定する理由は以下の通りである。磁性体の磁気特性を表す量としては磁気飽和における磁化の強さ（飽和磁化）が用いられるが、本発明においては画像形成装置内で実際に磁性トナーに作用する磁場における磁性トナーの磁化の強さが重要であるためである。画像形成装置に磁性トナーが適用される場合、磁性トナーに作用する磁場は、画像形成装置外への磁場の漏洩を大きくしないため或いは磁場発生源のコストを低く抑えるために、市販されている多くの画像形成装置において数十から百数十kA/mであり、画像形成装置内で実際に磁性トナーに作用する磁場の代表的な値として磁場79.6kA/m（1000エルステッド）を選択し、磁場79.6kA/mにおける磁化の強さを規定した。

【0168】トナーの磁場79.6kA/mにおける磁化の強さが上記範囲よりも小さすぎる場合には、磁気力によるトナー搬送を行うことが困難となり、トナー担持

体上に均一にトナーを担持させることができなくなる。また、磁気力によりトナー搬送を行う場合には、トナーの穂立ちを均一に形成できないために、カブリや画像濃度ムラを生じ易くなる。磁場79.6 kA/mにおける磁化の強さが上記範囲よりも大きすぎる場合には、トナー粒子間の磁気凝集性が高まり、画像の尾引きあるいは飛び散りを生じ易くなる。

【0169】このような磁性トナーを得る手段としては、トナー粒子に磁性体を含有させる。トナー粒子に含有させる磁性体としては、マグネタイト、マグヘマイト、フェライト等の磁性酸化鉄、鉄、コバルト、ニッケル等の金属或いはこれらの金属とアルミニウム、コバルト、銅、鉛、マグネシウム、錫、亜鉛、アンチモン、ベリリウム、ビスマス、カドミウム、カルシウム、マンガ

ン、セレン、チタン、タングステン、バナジウム等の金属の合金及びその混合物が挙げられる。【0170】これらの磁性体の磁気特性としては、磁場795.8 kA/m下で飽和磁化が10~200 Am²/kg、残留磁化が1~100 Am²/kg、抗磁力が1~30 kA/mであるものが好ましく用いられる。これらの磁性体は結着樹脂100質量部に対し、20~200質量部で用いられる。このような磁性体の中でもマグネタイトを主とするものが特に好ましい。

【0171】本発明において磁性トナーの磁化の強さは、振動型磁力計VSM P-1-10（東英工業社製）を用いて、25℃の室温にて外部磁場79.6 kA/mで測定することができる。また、磁性体の磁気特性は、25℃の室温にて外部磁場796 kA/mで測定することができる。

【0172】また、本発明においてトナーは、100メッシュバス-200メッシュオンの粒径の球形鉄粉に対する摩擦帯電量が絶対値で、20~100 mC/kgであることが好ましい。トナーの摩擦帯電量が絶対値で上記範囲よりも小さすぎる場合には、トナー粒子の転写性が低下することで転写抜けのような画像不良を生じ易くなる。トナーの摩擦帯電量が絶対値で上記範囲よりも大きすぎる場合には、繰り返し使用によってもトナーの摩擦帯電量を安定化することが困難となる、さらにトナーの静電的凝集性が高まり現像性が低下する。特に磁性トナーの場合には、トナー粒子が磁気凝集性を併せ持つために静電的凝集性をより抑制することが必要であり、磁性トナーの100メッシュバス-200メッシュオンの粒径の球形鉄粉に対する摩擦帯電量は絶対値で25~50 mC/kgであることが好ましい。

【0173】本発明におけるトナーの摩擦帯電量の測定法を図面を用いて詳述する。第6図はトナーの摩擦帯電量を測定する装置の説明図である。23℃、相対湿度60%環境下、先ず摩擦帯電量を測定しようとするトナーと100メッシュバス-200メッシュオンの粒径の球

形鉄粉キャリア（例えば、同和鉄粉社製球形鉄粉DSP138を使用することが可能である。）の重量比5:95（例えば、トナー0.5 gに鉄粉キャリア9.5 g）の混合物を50~100 mlの容量のポリエチレン製の瓶に入れ100回震盪する。次いで、底に500メッシュのスクリーン63を備える金属製の測定容器62に前記混合物約0.5 gを入れ、金属製のフタ64をする。この時の測定容器62全体の重量を秤り、これをW1（g）とする。次に吸引機61（少なくとも測定容器62と接する部分は絶縁体）において、吸引口67から吸引し、風量調節弁66を調整して真空計の圧力を2450 Paとする。この状態で充分（約1分間）吸引を行いトナーを吸引除去する。この時の電位計69の電位をV（ボルト）とする。ここで68はコンデンサーであり容量をC（μF）とする。また、吸引後の測定容器全体の重量を秤りW2（g）とする。このトナーの摩擦帯電量は下式の如く計算される。

トナーの摩擦帯電量（mC/kg）= C×V / (W1 - W2)

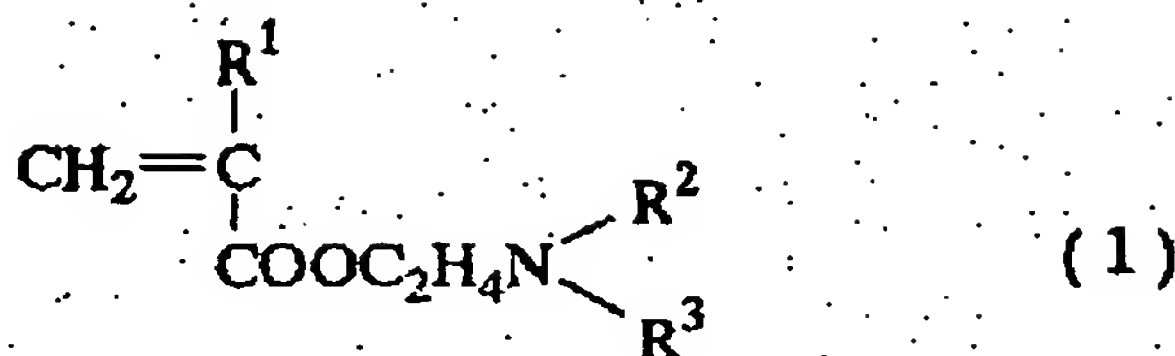
本発明においてトナーは、荷電制御剤を含有することが好ましい。荷電制御剤のうち、トナーを正荷電性に制御するものとして、例えば下記の物質がある。

【0174】ニグロシン及び脂肪酸金属塩等による変成物；トリブチルベンジルアンモニウム-1-ヒドロキシ-4-ナフトスルホン酸塩、テトラブチルアンモニウムテトラフルオロボレートなどの四級アンモニウム塩、及びこれらの類似体であるホスホニウム塩等のオニウム塩及びこれらのレーキ顔料、トリフェニルメタン染料及びこれらのレーキ顔料、（レーキ化剤としては、りんタングステン酸、りんモリブデン酸、りんタングステンモリブデン酸、タンニン酸、ラウリン酸、没食子酸、フェリシアン化物、フェロシアン化物など）、高級脂肪酸の金属塩；ジブチルスズオキサイド、ジオクチルスズオキサイド、ジシクロヘキシルスズオキサイドなどのジオルガノスズオキサイド；ジブチルスズボレート、ジオクチルスズボレート、ジシクロヘキシルスズボレートなどのジオルガノスズボレート類；グアニジン化合物、イミダゾール化合物。これらを単独で或いは2種類以上組合せて用いることができる。これらの中でも、トリフェニルメタン化合物、カウンターイオンがハロゲンでない四級アンモニウム塩が好ましく用いられる。また一般式

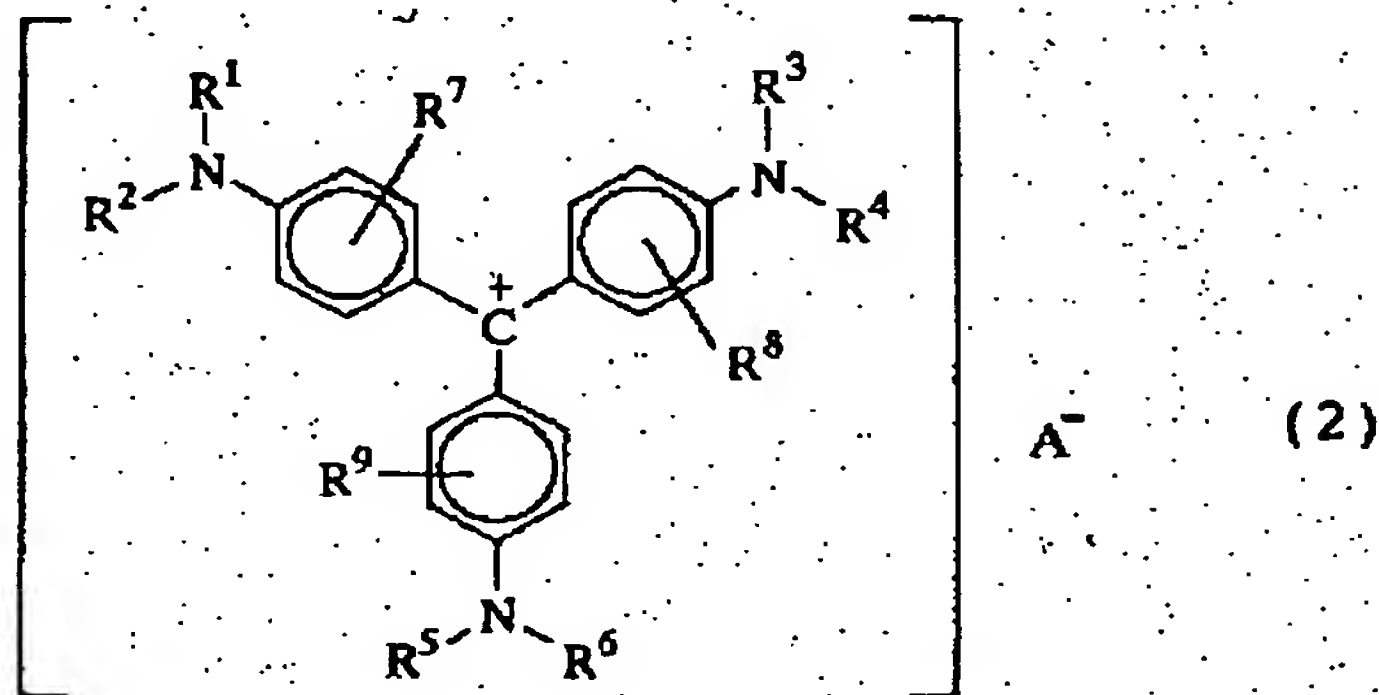
（1）で表わされるモノマーの単重合体：前述したスチレン、アクリル酸エステル、メタクリル酸エステルの如き重合性モノマーとの共重合体を正荷電性制御剤として用いることができる。この場合これらの荷電制御剤は、結着樹脂（の全部または一部）としての作用をも有する。

【0175】

【化1】



【0176】特に下記一般式(2)で表わされる化合物 * 【0177】
が本発明の構成においては好ましい。 * 【化2】



【0178】〔式中、R1、R2、R3、R4、R5、R6は、各々互いに同一でも異なってもよい水素原子、置換もしくは未置換のアルキル基または、置換もしくは未置換のアリール基を表す。R7、R8、R9は、各々互いに同一でも異なってもよい水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基を表す。A⁻は、硫酸イオン、硝酸イオン、ほう酸イオン、りん酸イオン、水酸イオン、有機硫酸イオン、有機スルホン酸イオン、有機りん酸イオン、カルボン酸イオン、有機ほう酸イオン、テトラフルオロボレートなどの陰イオンを示す〕。

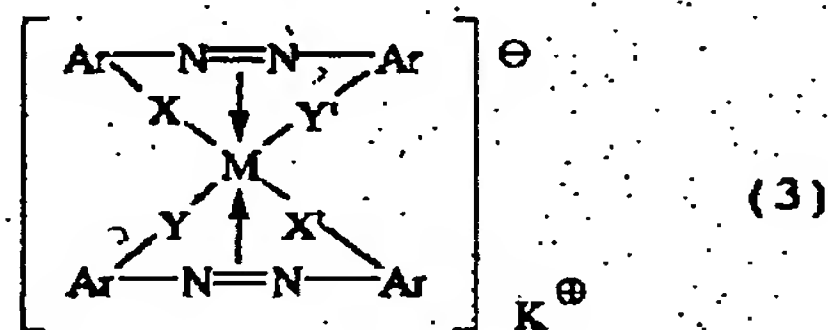
【0179】また、トナーを負荷電性に制御するものと※

※して下記物質がある。例えば、有機金属錯体、キレート化合物が有効であり、モノアゾ金属錯体、アセチルアセトン金属錯体、芳香族ハイドロキシカルボン酸、芳香族ダイカルボン酸系の金属錯体がある。他には、芳香族ハイドロキシカルボン酸、芳香族モノ及びポリカルボン酸及びその金属塩、無水物、エステル類、ビスフェノール等のフェノール誘導体類などがある。

【0180】また次に示した一般式(3)で表わされるアゾ系金属錯体が好ましい。

【0181】

【化3】



〔式中、Mは配位中心金属を表わし、Sc、Ti、V、Cr、Co、Ni、Mn、Fe等が挙げられる。Arはアリール基であり、フェニル基、ナフチル基などが挙げられ、置換基を有していてもよい。この場合の置換基としては、ニトロ基、ハロゲン基、カルボキシ基、アニリド基および炭素数1～18のアルキル基、アルコキシ基などがある。X、X'、Y、Y'は-O-、-CO-、-NH-又は-NR-（Rは炭素数1～4のアルキル基）である。K[⊕]は水素、ナトリウム、カリウム、アンモニウム、脂肪族アンモニウムあるいはなしを示す。〕

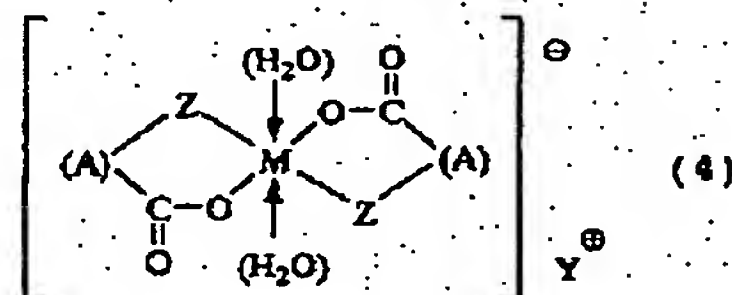
【0182】特に中心金属としてはFe、Crが好ましく、置換基としてはハロゲン、アルキル基、アニリド基が好ましく、カウンターイオンとしては水素、アンモニウム、脂肪族アンモニウムが好ましい。

【0183】あるいは、次の一般式(4)に示した塩基性有機酸金属錯体も負帯電性を与えるものであり、本発明に使用できる。特に中心金属としてはFe、Al、Z*

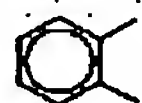
*n、Zr、Crが好ましく、置換基としてはハロゲン、アルキル基、アニリド基が好ましく、カウンターイオンとしては水素、アルカリ金属、アンモニウム、脂肪族アンモニウムが好ましい。またカウンターイオンの異なる錯塩の混合物も好ましく用いられる。

【0184】

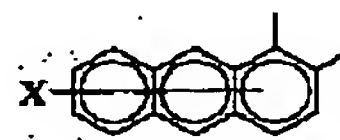
【化4】



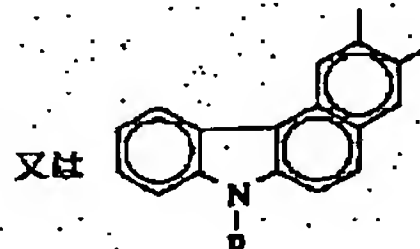
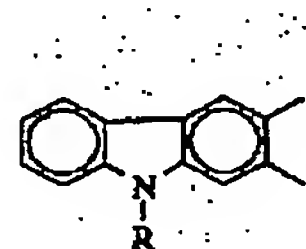
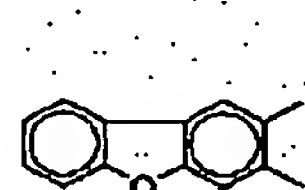
〔式中、Mは配位中心金属を表わし、Cr、Co、Ni、Mn、Fe、Zn、Al、Si、Bなどが挙げられる。Aは



(アルキル基などの置換基を有していてもよい)、



(Xは、水素原子、ハロゲン原子、ニトロ基、アルキル基を示す) および



(Rは、水素原子、C₁~C₁₈のアルキル又はアルケニル基を示す)を表わす。

Y⁺は、水素、ナトリウム、カリウム、アンモニウム、脂肪族アンモニウムあるいはなし等が挙げられる。

Zは —O— 又は —C(=O)—O— である。]

【0185】荷電制御剤をトナーに含有させる方法としては、トナー粒子内部に添加する方法と外添する方法とがある。これらの荷電制御剤の使用量としては、結着樹脂の種類、他の添加剤の有無、分散方法を含めたトナー製造方法によって決定されるもので、一義的に限定されるものではないが、好ましくは結着樹脂100質量部に対して0.1~10質量部、より好ましくは0.1~5質量部の範囲で用いられる。

【0186】本発明に係るトナー粒子を製造するにあたっては、上述したような構成材料をボールミルその他の混合機により十分混合した後、加熱ロール、ニーダー、エクストルーダー等の熱混練機を用いて良く混練し、冷却固化後、粉碎、分級、必要に応じてトナー形状調整等の表面処理を行なってトナー粒子を得る方法が好ましい。

【0187】粉碎法によってトナー粒子を製造する場合に用いられる製造装置としては、例えば混合機としては、ヘンシェルミキサー(三井鉱山社製);スーパーミキサー(カワタ社製);リボコーン(大川原製作所社製);ナウターミキサー、タービュライザー、サイクロミックス(ホソカワミクロン社製);スパイラルビンミキサー(太平洋機工社製);レーディゲミキサー(マツボー社製)が挙げられ、混練機としては、KRCニーダー(栗本鉄工所社製);ブス・コ・ニーダー(Buss社製);TEM型押し出し機(東芝機械社製);TEX二軸混練機(日本製鋼所社製);PCM混練機(池貝鉄工所社製);三本ロールミル、ミキシングロールミル、ニーダー(井上製作所社製);ニーデックス(三井鉱山社製);MS式加圧ニーダー、ニダールーダー(森山製作所社製);バンバリーミキサー(神戸製鋼所社

製)が挙げられ、粉碎機としては、カウンタージェットミル、ミクロンジェット、イノマイザ(ホソカワミクロン社製);IDS型ミル、PJMジェット粉碎機(日本ニューマチック工業社製);クロスジェットミル(栗本鉄工所社製);ウルマックス(日曹エンジニアリング社製);SKジェット・オー・ミル(セイシン企業社製);クリプトロン(川崎重工業社製);ターボミル(ターボ工業社製)が挙げられ、この中でもクリプトロン、ターボミル等の機械式粉碎機を用いることがより好ましい。分級機としては、クラッシャー、マイクロクラッシャー、スベディッククラッシャー(セイシン企業社製);ターボクラッシャー(日新エンジニアリング社製);ミクロンセバレータ、ターボブレックス(ATP)、TSPセバレータ(ホソカワミクロン社製);エルボージェット(日鉄鉱業社製)、ディスパージョンセバレータ(日本ニューマチック工業社製);YMマイクロカット(安川商事社製)が挙げられ、この中でもエルボージェット等の多分割分級機を用いることがより好ましい。粗粒などをふるい分けるために用いられる篩い装置としては、ウルトラソニック(晃栄産業社製);レゾナシブ、ジャイロシフター(徳寿工作所社);パイブラソニックシステム(ダルトン社製);ソニクリーン(新東工業社製);ターボスクリーナー(ターボ工業社製);ミクロシフター(楨野産業社製);円形振動篩い等が挙げられる。

【0188】本発明で用いられる各種特性付与を目的としたトナーへの添加剤としては、例えば、以下のようなものが用いられる。

(1) 研磨剤: 金属酸化物(チタン酸ストロンチウム、酸化セリウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化クロムなど)、窒化物(窒化ケイ素など)、炭化物(炭化ケイ素など)、金属塩(硫酸カルシウム、硫酸バリウム、炭酸カルシウム)など。

(2) 滑剤: フッ素系樹脂粉末(ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレンなど)、シリコン系樹脂粉末、脂肪酸金属塩(ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウムなど)など。

【0189】これら添加剤は、トナー粒子100質量部に対し、0.05~10質量部が用いられ、好ましくは0.1~5質量部が用いられる。これら添加剤は、単独で用いても、また、複数併用しても良い。

【0190】本発明のトナーを用いる画像形成装置における現像方法としては、1成分系或いは2成分系現像方式が共に適用可能である。

【0191】1成分系現像法としては、磁性トナーを磁気力を用いてトナー担持体上で搬送し、トナー層厚規制部材を用いてトナー担持体上に薄層の磁性トナー層を形成し、トナー担持体と50~500 μ mの間隙を有して対向する潜像担持体とトナー担持体との間に生じせしめた電界を用いて、トナー担持体上から潜像担持体上へト

ナー粒子を転移させることによりトナー像を得る非接触磁性1成分系現像方法を適用することが好ましい。また、非磁性トナーとトナー層厚規制部材を用いて弾性を有するトナー担持体上に薄層のトナー層を形成し、トナー担持体と接触して或いは500 μ m以下の間隙を有して対向する潜像担持体とトナー担持体との間に生じせしめた電界を用いて、トナー担持体上から潜像担持体上へトナー粒子を転移させることによりトナー像を得る接触または非接触の非磁性1成分系現像方法を適用することが好ましい。

【0192】2成分系現像法としては、非磁性トナー或いは磁性トナーと、個数平均粒径10~100 μ mのキャリアを1/99~20/80の比率で混合した2成分系現像剤をトナー担持体上に担持させ、このトナー担持体上からトナー担持体と接触して或いは500 μ m以下の間隙を有して対向する潜像担持体上にトナー粒子を転移させることによりトナー像を得る2成分系現像方法を適用することが好ましい。

【0193】本発明のトナーを用いる画像形成装置における転写方法としては、転写材(記録媒体)を介してトナー像を担持する像担持体と転写部材との間に直流電界を生じせしめることにより、像担持体から転写材上へトナー像を転移させる静電転写法を適用することが可能である。

【0194】本発明において、転写工程は現像工程によって形成されたトナー画像を中間転写体に転写した後に、転写材(紙等の記録媒体)に再転写する工程であっても良い。すなわち、像担持体からトナー画像の転写を受ける転写材は転写ドラム等の中間転写体であってもよい。転写材を中間転写体とする場合、中間転写体から紙などの記録媒体に再度転写することでトナー画像が得られる。中間転写体を適用することで厚紙等の種々の記録媒体に寄らず像担持体上の転写残トナー量を低減できる。

【0195】また、本発明において、転写時に転写部材が転写材(記録媒体)を介して像担持体に当接していることが好ましい。

【0196】像担持体と転写材を介して転写手段を当接しながら像担持体上のトナー画像を転写材に転写する接触転写工程では、転写手段の当接圧力としては線圧2.94~980N/mあることが好ましく、より好ましくは19.6N/m~490N/mである。転写手段の当接圧力が上記範囲よりも小さすぎると、転写材の搬送ずれや転写不良の発生が起こりやすくなるため好ましくない。当接圧力が上記範囲よりも大きすぎる場合には、感光体表面の劣化やトナー粒子の付着を招き、結果として感光体表面へのトナー融着を生じるようになる。

【0197】接触転写工程における転写手段として、転写ローラあるいは転写ベルトを有する装置が好ましく使用される。転写ローラは少なくとも芯金と芯金を被覆す

る導電性弾性層を有し、導電性弾性層はポリウレタンゴム、エチレン-プロピレン-ジエンポリエチレン（EPDM）の如き弾性材料に、カーボンブラック、酸化亜鉛、酸化スズ、炭化硅素のごとき導電性付与剤を配合分散して電気抵抗値（体積抵抗率）を $10^0 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ の中抵抗に調整した、ソリッドあるいは発泡肉質の層による弾性体であることが好ましく良い。

【0198】転写ローラでの好ましい転写プロセス条件としては、転写ローラの当接圧が $2.94 \sim 490 \text{ N/m}$ であり、より好ましくは $19.6 \text{ N/m} \sim 294 \text{ N/m}$ である。当接圧力としての線圧が上記範囲よりも小さすぎる場合には、転写残トナーが増加し像担持体の帯電性を阻害し易くなる。転写手段の当接圧力が上記範囲よりも大きすぎると、押圧力により導電性微粉末が転写材に転写され易くなり、導電性微粉末の像担持体または接触帯電部材への供給量が減少することで、像担持体の帯電促進効果が低下し、現像同時クリーニングでの転写残トナーの回収性が低下する。また、画像上でのトナーの飛び散りが増加する。

【0199】転写材を介して像担持体に転写手段を当接させながらトナー画像を転写材に静電転写する接触転写工程では、印加される直流電圧は $\pm 0.2 \sim \pm 10 \text{ kV}$ であることが好ましい。

【0200】

【発明の実施の形態】以下に、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例にのみ限定されるものではない。

【0201】＜実施例1＞結着樹脂としてスチレン-アクリル酸ブチル-マレイン酸ブチルハーフエステル共重合体（ピーク分子量3.2万）100質量部、着色剤としてマグネタイト（磁場 795.8 kA/m 下で飽和磁化が $85 \text{ Am}^2/\text{kg}$ 、残留磁化が $6 \text{ Am}^2/\text{kg}$ 、抗磁力が 5 kA/m ）90質量部、モノアゾ鉄錯体（負帯電性制御剤）2質量部及びポリプロピレン（離型剤）4質量部をブレンダーにて混合し、混合物を 150°C に加熱したエクストルuderにより熔融混練し、得られた混練物を冷却後、粗粉碎して得られる目開き $75 \mu\text{m}$ のメッシュを通過させた粗砕品を、ジェット気流を用いた微粉碎機を用いて微粉碎した。

【0202】さらに、得られた微粉碎品をコアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級（分級点：トナー粒子径で $3 \mu\text{m}$ 及び $8 \mu\text{m}$ ）した。この分級によって生じた粗粉（微粉碎品投入量の約35質量%）は、機械的粉碎機を用いて粉碎したのちに、中粉と混合してトナー粒子1を得た（生じた微粉は微粉碎品投入量の約15質量%であり、これは除外した。）。

【0203】トナー粒子1を98.8質量%に対し、無機微粒子外添剤として表1に示すA-1を1.2質量%添加し、ミキサーで均一に混合してトナー1を得た。

【0204】得られたトナー1を、コールドマルチサ

イザー（ベックマン・コールター社製）を用いた方法で測定したところ、体積平均粒径は $7.13 \mu\text{m}$ であった。得られる体積粒度分布からトナー1は、 $3 \mu\text{m}$ 以上 $10 \mu\text{m}$ 以下の粒径範囲に95.1体積%のトナー粒子を含有し、 $3 \mu\text{m}$ 未満（ $2 \mu\text{m}$ 以上）の粒径範囲に0.8体積%のトナー粒子を含有し、 $10 \mu\text{m}$ 以上（ $60 \mu\text{m}$ 以下）の粒径範囲に4.1体積%のトナー粒子を含有していた。

【0205】また、トナー1を、マルチイメージアナライザー（ベックマン・コールター社製）を用いた方法で、個々のトナー粒子の円相当径、凹凸度、円形度を測定した。これによって得られる値を解析することによって得られる本発明に係わる値を表2～表4に示す。

【0206】さらに、トナー1を、パーティクルアナライザーPT1000（横河電機社製）を用いた方法で、トナー粒子の結着樹脂等の樹脂成分の構成元素である炭素原子の発光から求められる炭素原子の3乗根電圧と、炭素原子の発光と同期してみられる無機微粒子外添剤に含有される無機原子の発光から求められる無機原子の3乗根電圧を測定した。これによって得られる値を解析することによって得られる本発明に係わる値を表5に示す。

【0207】市販のレーザープリンターLBP-950（キヤノン株式会社製）を改造した（プリント速度を連続時40枚/分となるようにスピードアップし、カートリッジのトナーホッパーを大容量化した）ものに、得られたトナー1を1550g入れ、3万枚の繰り返しプリントにより評価した。

【0208】以下プリント画像の評価法について述べる。

【0209】（a）画像濃度

初期（40～50枚目）及び3万枚の間欠プリントアウトを終了した後、2日放置して再び電源を入れ、プリントアウトした1枚目の画像濃度により評価した。尚、画像濃度は「マクベス反射濃度計」（マクベス社製）を用いて、原稿濃度が0.00の白地部分のプリントアウト画像に対するベタ部の相対濃度を測定した。評価結果を表6に示す。なお、表6中の各記号は、それぞれ以下の評価を意味する。

A：非常に良好で、グラフィックな画像まで高品位に表現するために十分な画像濃度（1.40以上）
B：良好で、ノングラフィックで高品位な画質を得るために十分な画像濃度（1.35以上乃至1.40未満）
C：普通で、文字を認識する上では十分として許容される画像濃度（1.20以上乃至1.35未満）
D：悪い。濃度が薄いとして許容されない画像濃度（1.20未満）

（b）画像カブリ

初期及び3万枚の間欠プリントアウトを終了した後、プリントアウト画像をサンプリングし、プリントアウト

画像の白地部分の白色度と転写紙の白色度の差から、カブリ濃度(%)を算出し、画像カブリを評価した。白色度は「リフレクトメータ」(東京電色社製)により測定した。評価結果を表6に示す。なお、表6中の各記号は、それぞれ以下の評価を意味する。

A:非常に良好で、肉眼では一般に認識されないカブリ(1.5%未満)

B:良好で、注意して見ないと認識できないカブリ(1.5%以上乃至2.5%未満)

C:普通。カブリを認識することは容易であるが、許容されるカブリ(2.5%以上乃至4.0%未満)

D:悪い。画像汚れとして認識され許容できないカブリ(4.0%以上)

(c) 転写効率

初期及び3万枚の間欠プリントアウトを終了した後に、転写効率の評価を行った。転写効率はベタ黒画像形成時の感光体上の転写残トナーを、マイラーテープによりテーピングしてはぎ取り、はぎ取ったマイラーテープを紙上に貼ったもののマクベス濃度から、マイラーテープのみを紙上に貼ったもののマクベス濃度を差し引いた数値で評価した。評価結果を表6に示す。なお、表6中の各記号は、それぞれ以下の評価を意味する。

A:非常に良好(0.05未満)

B:良好(0.05以上乃至0.1未満)

C:普通(0.1以上乃至0.2未満)

D:悪い(0.2以上)

(d) クリーニング性

初期から3万枚の間欠プリントアウトを終了するまでの間に、クリーニング不良の基づく画像不良が生じなかった場合を○とし、クリーニング不良の基づく画像不良が生じた場合を×とした。評価結果を表6に示す。

【0210】本発明の実施例及び比較例において、それぞれに定義された粒径範囲でのトナー粒子の平均凹凸度、凹凸度の変動係数、平均円形度及び円形度の変動係数は、マルチイメージアナライザー(ベックマン・コールター社製)を用いて以下のようにして算出した。

【0211】すなわち、フィルターを通して微細なごみを取り除いた水100~300ml中に界面活性剤を数滴加える。これに測定試料を適量(例えば、2~50mg)加え、超音波分散器で3分間分散処理を行い、測定試料の粒子濃度を調整した試料分散液を用いて測定する。粒子が100μmアパーチャーを通過する際の電気抵抗変化のパルストリガとしてストロボを発光してCCDカメラで粒子像を撮影する。この際、ある一定値以上の電気抵抗変化のパルス高さをスレッシュホールドとして、スレッシュホールド以上の高さのパルスをストロボを発光させるトリガ信号とするが、円相当径3μm以上の粒子が確実に撮影されるようにスレッシュホールドを設定することが必要である。粒子の通過に対するストロボの同期発光の精度を高め、ボケの少ない粒子像を得

るためには、ストロボの同期発光回数(すなわち粒子像の撮影速度)を60回/秒以下とすることが必要で、30回/秒以下となるように試料分散液の濃度、攪拌条件等を調整することで、アパーチャーを通過する粒子数を調整することが好ましい。実際には、粒子像の撮影速度を10~20個/秒となるように設定して測定を行った。

【0212】粒子像の撮影には、20倍の対物レンズと2倍のコンバーターレンズを組み合わせて40倍の光学倍率の光学系を介して、有効画素数約30万のCCDカメラを用いている。分解能は約0.25μm/1画素である。この粒子像をパソコンに取り込み、2値化後、画像解析するものである。

【0213】画像解析を経て、粒子の円相当径、最長径、面積、球相当径の粒度データ類、及び円形度、凹凸度、縦横比、包絡周囲長と周囲長の比の粒子形状データが得られる。全測定粒子の撮影画像-粒度データ-形状測定データが保存され、かつ対応しているため、画像解析の精度を低下させるような顕著にボケた撮影画像がある場合には、ボケた撮影画像に対応する粒子1個ずつのデータを削除する。得られた数値データを統計処理機能を有するソフトウェア(例えば、マイクロソフトExcel2000)に取り込み、それぞれに定義された粒径範囲の平均凹凸度、凹凸度の変動係数、平均円形度及び円形度の変動係数を算出した。

【0214】本発明の実施例及び比較例において、それぞれに定義された粒径範囲でのトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の絶対偏差は、パーティクルアナライザーPT1000(横河電機社製)を用いて以下のようにして算出した。

【0215】具体的な測定方法としては、0.1%酸素含有のヘリウムガスを用い、23℃で湿度60%の環境にて測定を行った。

【0216】測定波長は、炭素原子では247.860nmを用いた。無機微粒子外添剤に含有される無機原子の測定波長は、Si原子では288.160nmを用いた。トナー粒子の結着樹脂に起因する炭素元素の発光強度の測定は分光器の1チャンネルを、無機微粒子外添剤に起因する無機元素(Si原子)の発光強度の測定は分光器の2チャンネルを選択した。

【0217】サンプルは、専用サンプラーを用いて、微量のトナーを直径25mmのフィルター(孔径は0.4μm)に吸着させて作成した。吸着トナー量は、一回のスキャンで炭素原子の発光数が800±200個となる様に設定した。

【0218】測定は、炭素原子の発光数が総数で10000以上となるまでスキャンを繰り返し、発光数を積算する。

【0219】炭素原子ではノイズカットレベルが1.2Vであるデータを用い、無機微粒子外添剤に含有される

無機原子（Si原子）のノイズカットレベルは1.3Vであるデータを用いて解析を行った。

【0220】まず、測定された粒子の発光ピークの発光時間とその発光ピークから計算された3乗根電圧とのデータから、炭素原子の3乗根電圧と無機原子（Si原子）の3乗根電圧が同期しているデータのみを取り出す。

【0221】次に、炭素原子の3乗根電圧の頻度分布曲線を作成し、3乗根電圧のモード値を求めたところ、5.41Vであった。

【0222】マルチイメージアナライザーで得られるトナーの円相当径のモード値が5.55μmであったことから、円相当径のモード値と3乗根電圧のモード値の比は5.55/5.41=1.026であった。

【0223】したがって、マルチイメージアナライザーで得られるトナーの円相当径3μmに相当する炭素原子の3乗根電圧は3/1.026=2.92Vであり、10μmに相当する炭素原子の3乗根電圧は10/1.026=9.75Vであった。

【0224】前記処理データから、炭素原子の3乗根電圧が円相当径3μmに相当する3乗根電圧（2.92V）未満のデータ、及び炭素原子の3乗根電圧が円相当径10μmに相当する3乗根電圧（9.75V）よりも大きなデータを取り除き、7384個の粒子データからなる母体データ（3μm以上10μm以下の粒径範囲におけるデータ）を作成した。

【0225】この母体データから、3μm以上10μm以下の粒径範囲における炭素原子の3乗根電圧の70%値は、上記母体データの全データ数mの70%値である5169番目に小さな3乗根電圧を有するデータの炭素原子の3乗根電圧6.11Vであった。

【0226】次に、母体データのうち炭素原子の3乗根電圧が70%値以上であるデータについて、炭素原子の3乗根電圧を横軸（X軸）に、無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧を縦軸（Y軸）にして散布図グラフ（図1に示す）を作成し、この散布図の累乗近似曲線式を求めたところ、

$Y = \alpha \cdot X^\beta$ （ $\alpha = 0.146$ ； $\beta = 0.865$ ）であった。

【0227】得られた累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値と、代入した炭素原子の3乗根電圧に対応する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧との差を求め、この差を累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値で除したものを誤差として算出し、誤差が正であるもののみ、その誤差値を積算し、積算データ数1062で除して、本実施例1における絶対偏差Z（70-100）を0.132と求めた。

【0228】さらに、絶対偏差Z（35-65）は、炭素原子の3乗根電圧が35%値以上かつ65%値以下で

ある母体データについて、絶対偏差Z（70-100）を求める際に算出した累乗近似曲線式に、Xの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値と、代入した炭素原子の3乗根電圧に対応する無機微粒子外添剤に含有される無機原子の3乗根電圧との差を求め、この差を累乗近似曲線式のXの値として炭素原子の3乗根電圧を代入して得られるYの値で除したものを誤差として算出し、炭素原子の3乗根電圧が35%値以上かつ65%値以下であるデータのうち、誤差が正であるもののみ、その誤差値を積算し、積算データ数703で除して本実施例における絶対偏差Zを0.156と求めた。

【0229】＜比較例1＞実施例1において、ジェット気流を用いた微粉碎機を用いて微粉碎を行った後、得られた微粉碎品をコアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級（分級点：トナー粒子径で3μm及び8μm）し、この分級によって生じた粗粉（微粉碎品投入量の約35質量%）を、ジェット気流を用いた微粉碎機を用いて粉碎したのちに、中粉と混合する。得られたトナー粒子を、実施例1のトナー粒子1と同様な粒度分布となるように、再度コアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級してトナー粒子2を得た。

【0230】トナー粒子1に代わりにトナー粒子2を用いる以外は実施例1と同様にして、無機微粒子外添剤としてA-1を1.2質量%添加されたトナー2を得た。得られたトナー2を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0231】ジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機では、ジェット気流で粉体原料を搬送して加速管出口より噴出させ、この粉体原料を加速管出口前方の出口に対向して設けられている衝突部材に衝突させ、その衝撃力により粉体原料の粉碎を行う。図2は、比較例1のトナー粒子2を作製するにあたって用いた従来例のジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機を説明する図である。この図2に基づいて、以下にその詳細を説明する。該衝突式気流粉碎機は、図2に示した様に、高圧気体供給ノズル22を接続した加速管23の出口24に対向した位置に衝突部材25が設けられており、加速管23に供給した高圧気体（圧力0.59MPa（G）、6.0Nm³/minの圧縮空気）の流動により、加速管23の中途に連通されている被粉碎物供給口21から加速管23内部に吸引されてくる粉体原料を、高圧気体と共に加速管23の出口24から噴射し、衝突部材25の衝突面26に衝突させ、更に粉碎室側壁28との二次衝突させ、その衝撃によって粉碎する。そして、粉碎物は、衝突部材25の後方に配置された粉碎物出口27より排出される。粉碎物は、原料粉体と混合されて分級機に送られ、分級により分別された細粉は系外に排出され、粗粉は再度被粉碎物供給口21から粉碎部へ導入され粉碎が繰り返される。このような従来のジェット気流を用いた衝突式気

流粉碎機を用いてトナーの粉碎を行う場合、大きな機械的衝撃力によって粉碎が行われるため、得られる粉碎物の球形化度が低い。粉碎効率を大幅に低下させれば（機械的衝撃力を小さく設定する或いは硬いトナーを用いると）凹凸度、円形度ともに球形に近づけることが可能であるが、生産性の点で現実的ではない。また、従来のジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機を用いてトナーを粉碎すると、得られる粉碎物の粒度分布のうち、粒径が小さなものほど繰り返し粉碎部に導入された粒子の比率が大きくなるために、形状が球形に近づき、粒径が大きなものほど形状が歪となる傾向が強い。

【0232】これに対し実施例1では、図3に示すように、ジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機を用いたトナーの粉碎で、粉碎物出口27より排出される粉碎物を気流式3分割分級装置に送り、厳密に分級を行い細粉は系外に排出し、中粉は微粉碎品ホッパーに送り、粗粉は機械式粉碎装置によって再度粉碎を行った上で微粉碎品ホッパーに送り、気流粉碎された中粉とさらに機械式粉碎された粗粉からなる微粉碎品を気流式3分割分級装置で分級し、得られる中粉をトナー粒子1としている。この際の粗粉は、再度機械的粉碎機に送られ、微粉は系外に排出される。

【0233】このような粉碎方法を採用することにより、衝突式気流粉碎機では形状が歪となる傾向が強い粒径が大きなトナー粒子を、粉碎物の形状が球形に近づきやすい機械的粉碎機にて再度粉碎することにより、粉碎トナーの粒度による凹凸度及び円形度のばらつきを抑制している。

【0234】なお、衝突式気流粉碎機に供給されるトナー原料は、体積平均粒径が50 μ m以下となるようにあらかじめ粗粉碎が施されていることが好ましい。また、衝突式気流粉碎機の衝突部材25は、粉碎効率を高めるための形状に工夫がなされていることが好ましい。図3に示す衝突式気流粉碎機においては、衝突部材の衝突面26に円錐形の突起物31を設けることによって、被粉碎物と衝突面26で反射される粉碎物とが衝突面26の近傍で共存することによる粉碎効率の低下を抑制し、衝突面近傍の粉体濃度を低くし、粉碎室側壁28と効率よく二次衝突させることで粉碎効率が高められている。また、同時に極端に歪な形状の粉碎粒子の生成を抑制している。

【0235】また、実施例1で用いた気流式分級装置では、図4及び図5に示すように、分級機室132の分級域130に開口部を有する供給ノズル116から高速で気流と共に分級室132内へと粉体を噴出させ、分級室132内では、分級域130でコアンダブロック126に沿って流れる湾曲気流の遠心力によって、例えば、粉体を粗粉と中粉と微粉の3種類の群に分離し、先端の細くなった分級エッジ117及び118により、粗粉、中粉及び微粉の分級品を得ている。

【0236】図5に示す一体装置システムは、本発明の気流式分級装置の一例である3分割分級装置101、定量供給機102、振動フィーダー103、捕集サイクロン104、105及び106を適当な連通手段で連結してなるものである。

【0237】この一体装置システムにおいて、先ず粉体原料は、適宜の手段により定量供給機102に送り込まれ、次いで振動フィーダー3を介して原料供給管116により3分割分級装置101内へと導入される。このとき、粉体原料は、50～300m/秒程度の流速で3分割分級装置101内に導入される。3分割分級装置101の分級室の大きさは、通常[10～50cm]×[10～50cm]程度とされているので、粉体原料が0.1秒以下、或いは0.01秒以下の瞬時に3種以上の粒子群に分級される。例えば、図4に示した例では、3分割分級装置1によって、大きい粒子（粗粒子）、中間の大きさの粒子（規定内粒子径の粒子）、小さい粒子（規定粒子径以下の粒子）に夫々分級される。

【0238】その後、大きい粒子は排出口111を介して系外に排出され、捕集サイクロン106で粗粉体として回収される。中間の大きさの粒子は排出口112を介して系外に排出され、捕集サイクロン105で製品（トナー）になるべく回収される。小さい粒子は排出口113を介して系外に排出され、捕集サイクロン104で微粉体として回収される。上記で説明した例では、捕集サイクロン104、105及び106は、粉体原料を原料供給管116を介して分級室に吸引導入するための吸引減圧手段としての働きをしている。

【0239】＜比較例2＞トナー粒子1を98.8質量％に対し、無機微粒子外添剤として表1に示すA-2を1.0質量％添加し、ミキサーで均一に混合してトナー3を得た。

【0240】得られたトナー3を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0241】＜実施例2＞実施例1で得られたトナー粒子1を熱機械的衝撃力を繰り返し与えることによるトナー球形化装置にかけ、トナー粒子4を得た。トナー粒子1に代わりにトナー粒子4を用いる以外は実施例1と同様に、無機微粒子外添剤として表1に示すA-1を1.2質量％添加されたトナー4を得た。

【0242】得られたトナー4を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0243】熱機械的衝撃力による球形化処理が、高速回転する羽根によりトナー粒子をケーシングの内側に遠心力により押しつけ、少なくとも圧縮力及び摩擦力による熱機械的衝撃力を繰り返し与える方法の一例を図7及び図8を参照しながら具体的に説明する。

【0244】図7に示す処理装置は、図8に示すよう

に、鉛直方向に4枚の回転ロータが設置されており、回転駆動軸3を電動モータ34により、回転ロータ2a乃至2dの最外縁部の周速が例えば100m/秒となるように回転させる。この時の回転ロータ2a乃至2dの回転数は、例えば130s⁻¹である。さらに、吸引ブロア24を稼働させ、ブレード9a乃至9dの回転によって発生する気流量と同等、又は、それよりも多い風量を吸引する。フィーダ15からトナー粒子が空気とともにホッパーに吸引導入され、導入されたトナー粒子は、粉体供給管31及び粉体供給口30を通して第1の円筒状処理室29aの中央部に導入され、第1の円筒状処理室29aでブレードと側壁7とにより球形化処理を受け、次いで、球形化処理を受けたトナー粒子はガイド板8aの中央部に設けられた第1の粉体排出口10aを通過して、第2の円筒状処理室29bの中央部に導入され、さらにブレードと側壁とにより球形化処理を受ける。

【0245】第2の円筒状処理室29bで球形化処理されたトナー粒子は、ガイド板8bの中央部に設けられた第2の粉体排出口10bを通過して第3の円筒状処理室29cの中央部に導入され、さらにブレードと側壁とにより球形化処理を受け、さらに、ガイド板8cの中央部に設けられた第3の粉体排出口10cを通過して第4の円筒状処理室29dの中央部にトナー粒子は導入され、ブレードと側壁とにより球形化処理を受ける。トナー粒子を搬送している空気は、第1乃至4の円筒状処理室29a乃至29dを経由し、搬出管13、パイプ17、サイクロン20、バグフィルター22、及び吸引ブロア24を通過して装置システムの系外に排出される。

【0246】円筒状処理室内において、導入されたトナー粒子は、ブレードによって瞬間的に機械的打撃作用を受け、さらに、側壁に衝突して機械的衝撃力を受ける。回転ロータに設置されている所定の大きさのブレードの回転により、回転ロータ面の上方空間に、中央部から外周へ、外周から中央部へ循環する対流が発生し、トナー粒子は円筒状処理室内に滞留し、球形化処理を受ける。トナー粒子の滞留時間は、回転ロータの回転速度、回転数、ブレードの高さ及び幅、ブレードの枚数により調整され、また、吸引ブロアの吸引風量によっても調整される。

【0247】各円筒状処理室を経由することにより、連続的に効率良くトナー粒子は球形化される。

【0248】また、バッチ式の装置としては、奈良機械(株)製として商品化されているハイブリタイゼーションシステムを用いるのも好ましい例の一つである。

【0249】＜実施例3＞結着樹脂としてスチレン-ブチルアクリレート-ジビニルベンゼン共重合体(ピーク分子量1.5万、ガラス転移点温度65℃)100質量部、磁性粉としてマグネタイト(磁場795.8kA/m下で飽和磁化が85Am²/kg、残留磁化が6Am²/kg、抗磁力が5kA/m)90質量部、3.5-

ジ-ターシャルブチルサリチル酸のアルミニウム錯体(負帯電性制御剤)2質量部及びポリプロピレン(離型剤)2質量部をブレンダーにて混合し、混合物を130℃に加熱したエクストルuderにより熔融混練した。得られた混練物を冷却後粗粉碎し、機械的粉碎機を用いて微粉碎した。得られた微粉碎品をコアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級(分級点:トナー粒子径で3μm及び7μm)した。この分級によって生じた粗粉(微粉碎品投入量の約50質量%)は、再度機械的粉碎機を用いて粉碎する。中粉は、熱機械的衝撃力を繰り返し与えることによるトナー球形化処理を施す(生じた微粉は微粉碎品投入量の約5質量%であり、これは除外した。)

【0250】再度機械的粉碎機を用いて粉碎された微粉碎品(粗粉)と熱機械的球形化処理を施した中粉とを混合し、再度コアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級して、トナー粒子5を得た。

【0251】トナー粒子5を99.0質量%に対し、無機微粒子外添剤としてA-3を1.0質量%添加し、ミキサーで均一に混合してトナー5を得た。

【0252】得られたトナー5を、コールターマルチサイザー(ベックマン・コールター社製)を用いた方法で測定したところ、体積平均粒径は6.95μmであった。得られる体積粒度分布からトナー5は、3μm以上10μm以下の粒径範囲に95.4体積%のトナー粒子を含有し、3μm未満(2μm以上)の粒径範囲に2.5体積%のトナー粒子を含有し、10μm以上(60μm以下)の粒径範囲に2.1体積%のトナー粒子を含有していた。

【0253】得られたトナー5を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0254】＜比較例3＞実施例3において、機械的粉碎機を用いて微粉碎を行った後、トナー球形化処理を行わずに得られた微粉碎品を実施例3のトナー粒子5と同様な粒度分布となるように、コアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級してトナー粒子6を得た。

【0255】トナー粒子5に代わりにトナー粒子6を用いる以外は実施例3と同様にして、表1に示す無機微粒子外添剤A-3を1.0質量%添加されたトナー6を得た。

【0256】得られたトナー6を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0257】＜実施例4＞実施例3で得られたトナー粒子5を、再度熱機械的衝撃力を繰り返し与えることによるトナー球形化装置を用いて球形化処理して、トナー粒子7を得た。トナー粒子5に代わりにトナー粒子7を用いる以外は実施例3と同様にして、表1に示す無機微粒子外添剤A-3を1.0質量%添加されたトナー7を得

10

20

30

40

50

た。

【0258】得られたトナー7を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0259】＜比較例4＞実施例4で得られたトナー粒子7と、無機微粒子外添剤A-3の外添強度を変更する以外は実施例4と同様にして、表1に示す無機微粒子外添剤A-3が1.0質量%添加されたトナー8を得た。

【0260】得られたトナー8を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0261】＜実施例5＞結着樹脂としてスチレン-アクリル酸ブチル-マレイン酸ブチル-ハーフエステル共重合体（ピーク分子量3.5万、ガラス転移点温度60℃）100質量部、磁性粉としてマグネタイト（磁場795.8kA/m下で飽和磁化が85Am²/kg、残留磁化が6Am²/kg、抗磁力が5kA/m）90質量部、3,5-ジ-ターシャリブチルサルチル酸のアル*

*ミニウム錯体（負帯電性制御剤）2質量部及びポリプロピレン（離型剤）3質量部及びポリエチレン3質量部をブレンダーにて混合し、混合物を130℃に加熱したエクストルーダーにより熔融混練した。得られた混練物を冷却後粗粉碎し、機械的粉碎機を用いて微粉碎した。得られた微粉碎品をコアンダ効果を利用した3分割分級装置で厳密に分級して、トナー粒子9を得た。

【0262】トナー粒子9を99.0質量%に対し、表1に示す無機微粒子外添剤A-3を1.0質量%添加し、ミキサーで均一に混合してトナー9を得た。

【0263】得られたトナー9を用いて、実施例1と同様に3万枚の繰り返しプリントにより評価した。評価結果を表6に示す。

【0264】本発明の実施例及び比較例において用いた無機微粒子外添剤を下記表1に示す。

【0265】

【表1】

	材質	一次粒径(nm)	BET(m ² /g)	処理
A-1	乾式シリカ	12	110	ヘキサメチルジシラザン処理後シリコンオイル処理
A-2	乾式シリカ	40	50	疎水化処理なし
A-3	乾式シリカ	7	210	ヘキサメチルジシラザン処理

【0266】実施例1～5及び比較例1～4において得られたトナー1～8の、コールターマルチサイザー（ベックマン・コールター社製）を用いた方法で測定したトナー粒度分布、マルチイメージアナライザー（ベックマン・コールター社製）を用いて測定したトナー形状分布及びパーティクルアナライザーPT1000（横河電機社製）を用いて測定したトナー粒子への無機微粒子外添剤付着量の分布より、算出された本発明に係わる値を下記表2～5に示す。

【0267】

【表2】

【0268】
【表3】

サンプル	マルチサイズ測定		形状解析粒子数		円相当径 (μm)				円形度 SF-1		凹凸度-1 SF-2			
	3~10μm		n(0~100)		モード径	30%径	55%径	70%径	平均円形度	円形度<0.75	平均凹凸度	凹凸度<1.10	変動係数	
	体積%	体積平均径 (μm)	n(0~100)	n(3~10μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	Y(0~100)	YC(0~100)	X(0~100)	XC(0~100)	XA(0~100)	XA(0~100)
実施例1	95.2%	6.81	2824		4.67	4.98	5.14	6.12	0.742	27.8%	1.478	1.134	31%	75.4%
比較例1	94.7%	6.96	4966		5.82	4.79	4.96	6.06	0.712	18.27%	12.420	1.142	24.68%	71.68%
比較例2	93.9%	6.77	4951		5.53	4.68	4.80	5.84	0.737	27.02%	12.013	1.116	40.97%	81.79%
実施例2	96.3%	6.83	4993		5.50	4.68	4.88	5.92	0.755	31.98%	10.618	1.110	47.70%	88.99%
実施例3	96.9%	6.65	4922		5.41	4.70	4.81	5.52	0.767	36.00%	9.752	1.104	54.45%	92.54%
比較例3	97.5%	6.27	4988		5.17	4.40	4.51	5.30	0.745	27.90%	10.994	1.113	43.02%	88.36%
実施例4	97.7%	6.22	4899		5.19	4.43	4.54	5.33	0.771	40.55%	9.172	1.094	67.59%	98.35%
比較例4	97.5%	6.20	4915		5.32	4.47	4.58	5.35	0.778	41.01%	9.066	1.094	86.84%	95.62%
実施例5	95.8%	7.23	4831		6.11	5.13	5.24	5.97	0.740	26.54%	11.461	1.134	21.01%	73.09%

55

(29)

10

20

30

40

【0269】
【表4】

サンプル	形状解析粒子数				平均凹凸度 SF-2				凹凸度変動係数		凹凸度<1.10			
	n(0~30)	n(35~65)	n(70~100)	n(0~100)	X(0~30)	X(35~65)	X(70~100)	ΔX	ΔX	ΔX	XA(0~30)	XA(35~65)	XA(70~100)	ΔXA
	※1	※2	※3	※4	※1	※2	※3	※4	※1	※2	※3	※4	※4	※4
実施例1	844	844	843		1.14	1.134	1.126	0.0148	2.46	1.142	32.8%	30.9%	28.7%	3.1%
比較例1	1352	1352	1353		1.127	1.140	1.145	0.018	8.484	7.191	35.17%	22.10%	16.57%	18.60%
比較例2	1431	1432	1432		1.112	1.117	1.115	0.007	6.022	4.316	47.30%	43.11%	41.79%	5.56%
実施例2	1487	1487	1487		1.109	1.108	1.111	0.002	4.004	3.307	48.87%	48.52%	46.24%	2.73%
実施例3	1477	1477	1478		1.102	1.103	1.106	0.006	3.225	3.502	58.16%	55.70%	50.61%	7.55%
比較例3	1496	1497	1497		1.113	1.114	1.114	0.001	3.790	3.481	44.59%	42.35%	41.22%	3.37%
実施例4	1470	1470	1471		1.091	1.093	1.096	0.007	2.478	2.503	71.16%	68.44%	62.13%	8.03%
比較例4	1485	1485	1485		1.088	1.092	1.097	0.009	2.703	2.499	72.71%	69.34%	62.88%	9.83%
実施例5	1449	1450	1450		1.132	1.134	1.138	0.006	4.274	4.214	45.50%	40.57%	41.51%	5.97%

$$\Delta X = |X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)|$$

$$\Delta X = |X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)|$$

$$\Delta X = |X(0-30) - X(35-65)| + |X(35-65) - X(70-100)|$$

特開2003-280239

56

サンプル	形状相折因子数			平均円形度 SF-1			※5 ΔY	円形度変動係数			※6 ΔYA	円形度>0.80			※7 ΔYB
	n(0-30)	n(35-65)	n(70-100)	Y(0-30)	Y(35-65)	Y(70-100)		YA(0-30)	YA(35-65)	YA(70-100)		YB(0-30)	YB(35-65)	YB(70-100)	
実施例1	844	844	843	0.719	0.739	0.769	0.049	1.96	1.514	1.025	0.935	18.9%	25.3%	37%	18.1%
比較例1	1352	1352	1353	0.715	0.714	0.725	0.012	11.988	12.590	12.335	0.857	16.12%	18.28%	20.97%	4.85%
比較例2	1431	1432	1432	0.716	0.733	0.763	0.047	13.511	12.046	10.902	2.609	17.39%	24.94%	36.90%	19.51%
実施例2	1497	1497	1497	0.738	0.753	0.777	0.039	10.863	10.550	10.045	0.818	24.03%	30.41%	43.51%	18.48%
実施例3	1477	1477	1478	0.753	0.766	0.782	0.029	9.918	9.770	9.313	0.805	28.17%	35.88%	44.18%	18.01%
比較例3	1498	1487	1497	0.728	0.740	0.766	0.038	11.557	10.927	10.048	1.511	21.99%	25.52%	36.87%	14.88%
実施例4	1470	1470	1471	0.768	0.778	0.789	0.023	8.938	9.387	8.947	0.889	33.33%	40.54%	48.27%	14.94%
比較例4	1465	1465	1465	0.784	0.778	0.788	0.025	9.084	8.402	8.986	1.266	31.88%	40.13%	48.32%	18.44%
実施例5	1449	1450	1450	0.728	0.740	0.754	0.028	11.547	11.337	11.255	0.292	20.01%	28.28%	32.97%	12.96%

※5 $\Delta Y = |Y(0-30) - Y(35-65)| + |Y(35-65) - Y(70-100)|$
※6 $\Delta YA = |YA(0-30) - YA(35-65)| + |YA(35-65) - YA(70-100)|$
※7 $\Delta YB = |YB(0-30) - YB(35-65)| + |YB(35-65) - YB(70-100)|$

(30)

[0270]
[表5]

10

20

30

40

サンプル	累積近似曲線式		絶対偏差		外添剤付着のばらつきの指標	
	α	β	Z(35-65)	Z(70-100)	$ Z(35-65) - Z(70-100) $	$Z(35-65)/Z(70-100)$
実施例1	0.426	0.865	0.158	0.132	0.024	1.182
比較例1	0.433	0.831	0.193	0.153	0.040	1.261
比較例2	0.372	0.798	0.231	0.119	0.112	1.941
実施例2	0.408	0.894	0.132	0.124	0.008	1.065
実施例3	0.346	0.779	0.145	0.128	0.017	1.133
比較例3	0.357	0.756	0.154	0.129	0.025	1.194
実施例4	0.310	0.802	0.119	0.117	0.002	1.017
比較例4	0.325	0.796	0.166	0.126	0.040	1.317
実施例5	0.339	0.783	0.137	0.126	0.011	1.087

【0271】

10【表6】

	トナー	画像濃度		カブリ		転写効率		CLN性
		初期	3万枚後	初期	3万枚後	初期	3万枚後	
実施例1	トナー1	B	B	A	A	B	B	○
比較例1	トナー2	D	D	B	D	C	D	×
比較例2	トナー3	B	D	B	B	C	C	×
実施例2	トナー4	A	A	A	A	A	B	○
実施例3	トナー5	A	A	A	A	A	A	○
比較例3	トナー6	B	D	A	A	B	C	×
実施例4	トナー7	A	B	B	A	A	B	○
比較例4	トナー8	C	B	A	B	C	C	×
実施例5	トナー9	B	B	B	B	B	B	○

【0272】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のトナーによれば、トナー粒子への無機微粒子外添剤付着量のトナー粒度依存性を調整し、かつトナー形状のトナー粒度依存性を調整することで、初期から優れたトナーの摩擦帯電特性および流動特性を示し、トナーの長期の繰り返し使用によっても、従来に増してトナーの摩擦帯電特性および流動特性の変動が小さく、格別に安定した現像特性を示すトナーを提供することを可能とする。さらに、トナーの長期の繰り返し使用によっても、高い転写効率を維持しつ、良好なクリーニング特性を有するトナーを提供することを可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例におけるトナーをマイクロ波誘導型大気圧Heプラズマ発光分光分析装置画像形成装置（パーティクルアナライザーPT1000：横河電機社製）により測定した結果のグラフである。下のグラフは、トナー粒子への外添剤付着のばらつきを示し、上のグラフは、3 μ m以上10 μ m以下の粒径範囲の粒径を

有するトナー粒子のうち70%値以上の、粒度分布中で相対的に粒径の大きなトナー粒子を選択したときの外添剤付着のばらつきを示す。

【図2】従来例のジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機を説明する図である。

【図3】本発明の実施例で用いたジェット気流を用いた衝突式気流粉碎機及び機械式粉碎装置を組み合わせ用いたトナーの粉碎システムを説明する図である。

30 【図4】本発明の実施例で用いた気流式分級装置を説明する図である。

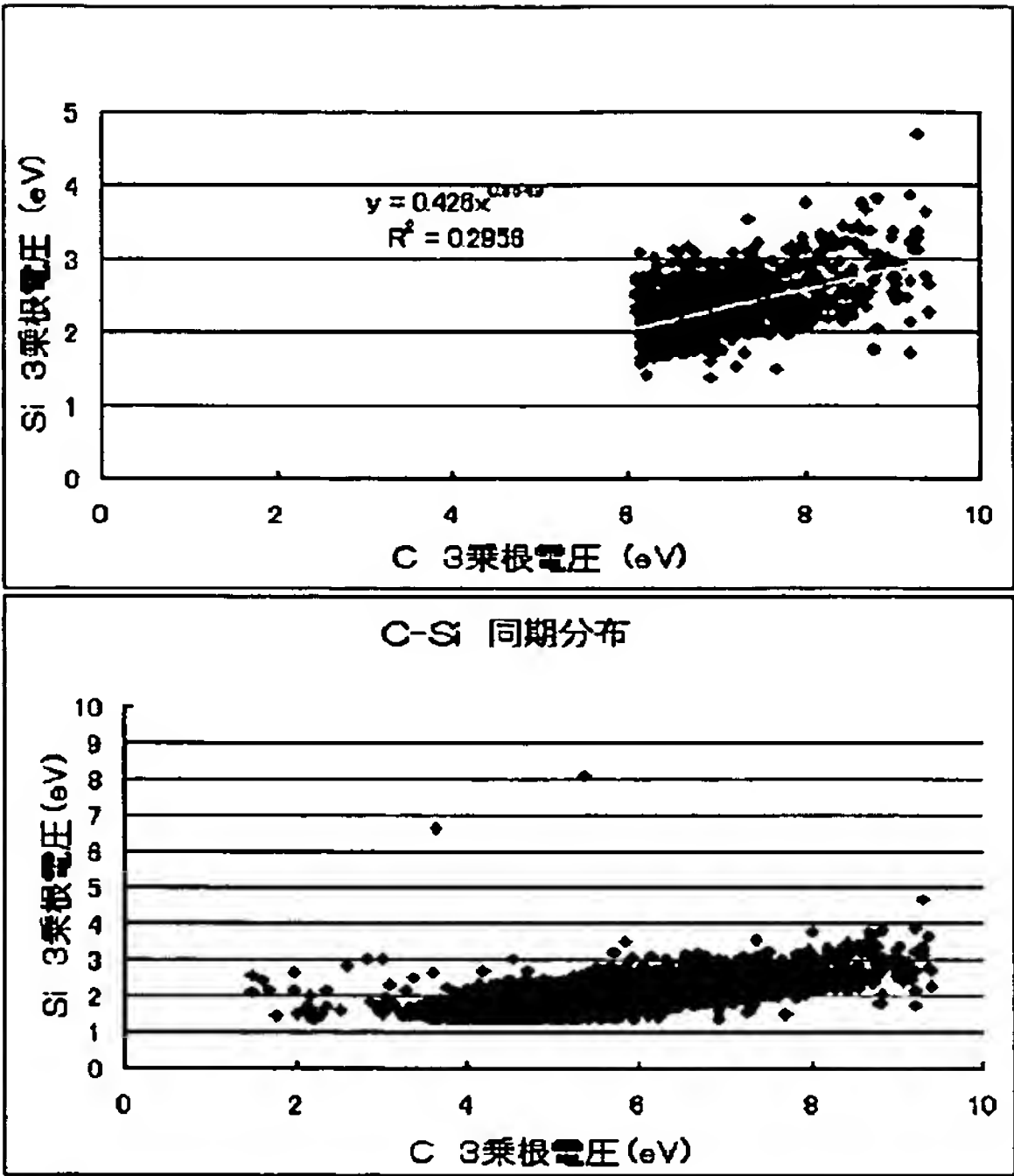
【図5】本発明の実施例で用いた気流式分級装置の一例である3分割分級装置システムを説明する図である。

【図6】本発明の実施例において用いたトナー粒子の球形度を調整することが可能な機械的粉碎装置の概略を示す構成図。

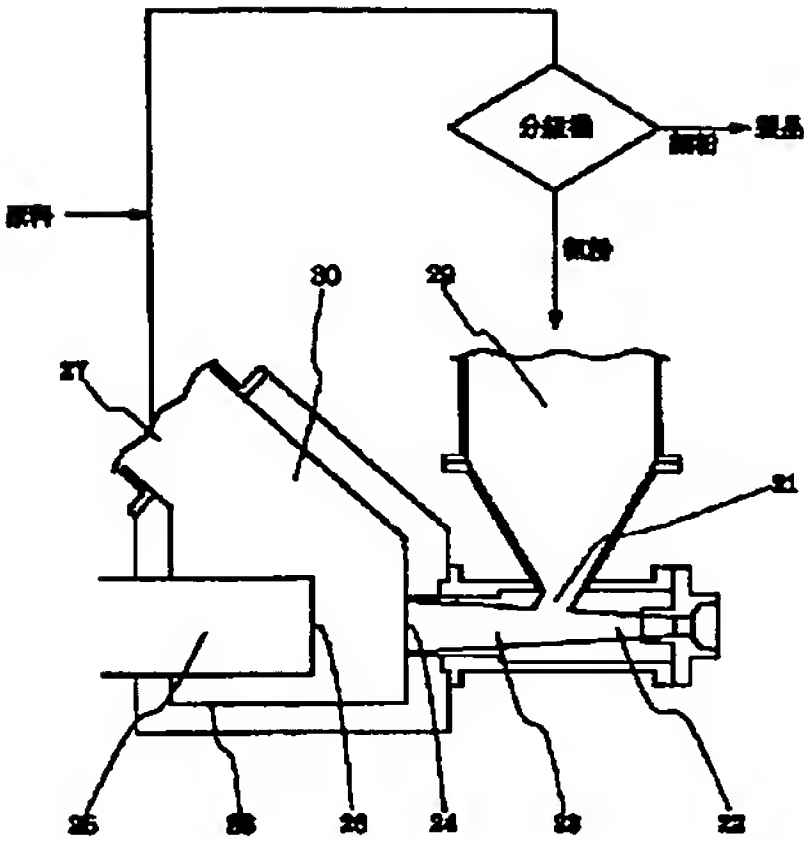
【図7】本発明の実施例において用いたトナー粒子球形化装置の概略を示す構成図。

40 【図8】本発明の実施例において用いたトナー粒子球形化装置の処理部の模式図。

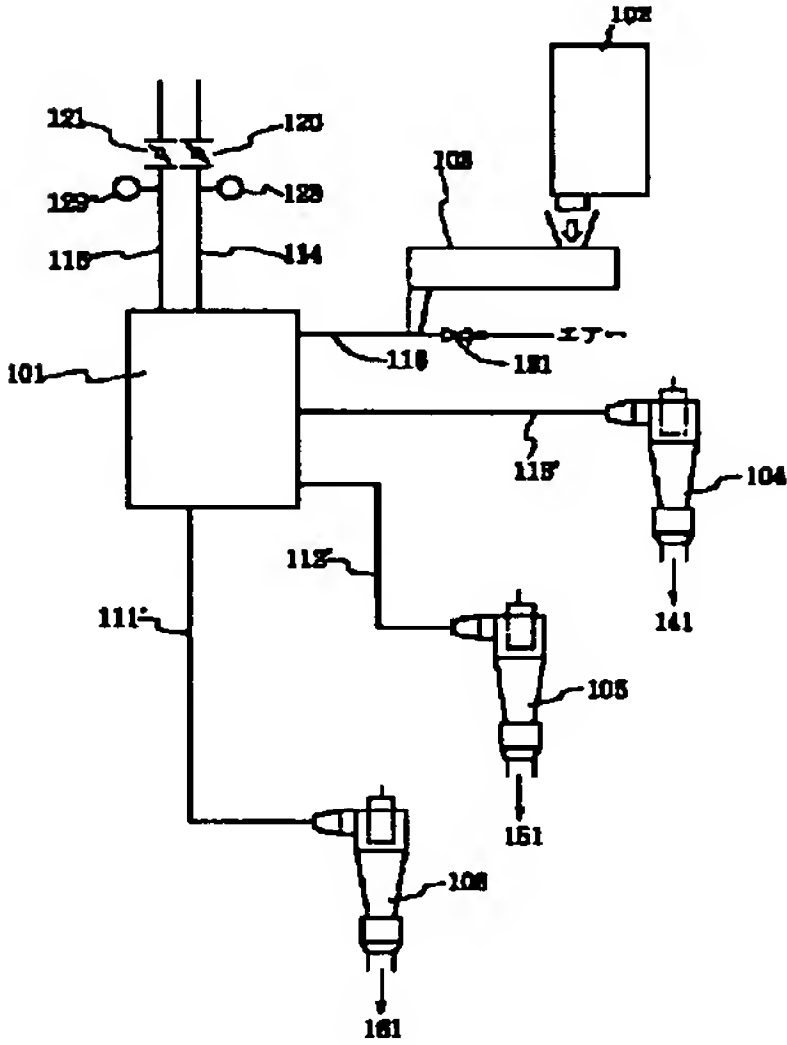
【図1】



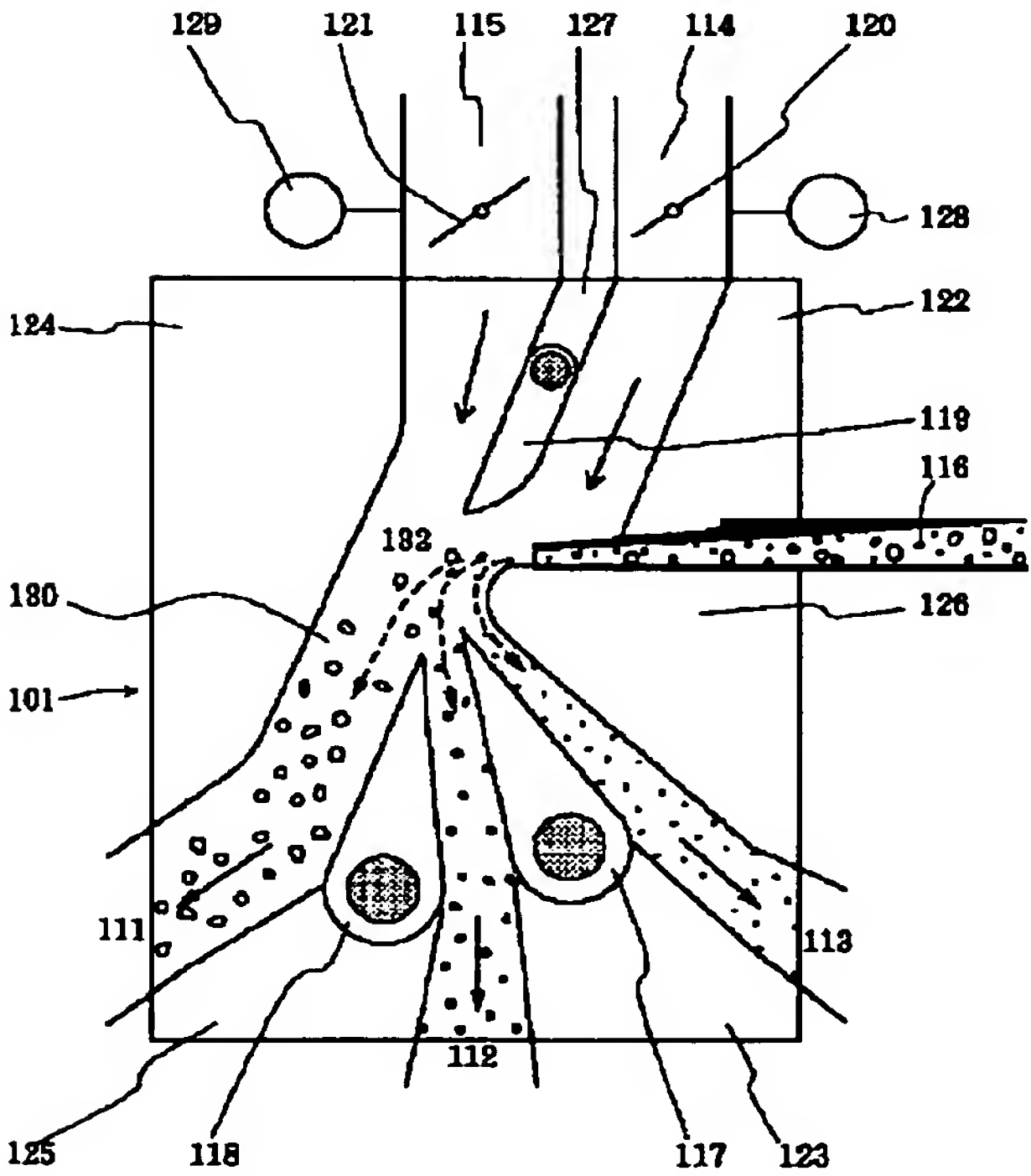
【図2】



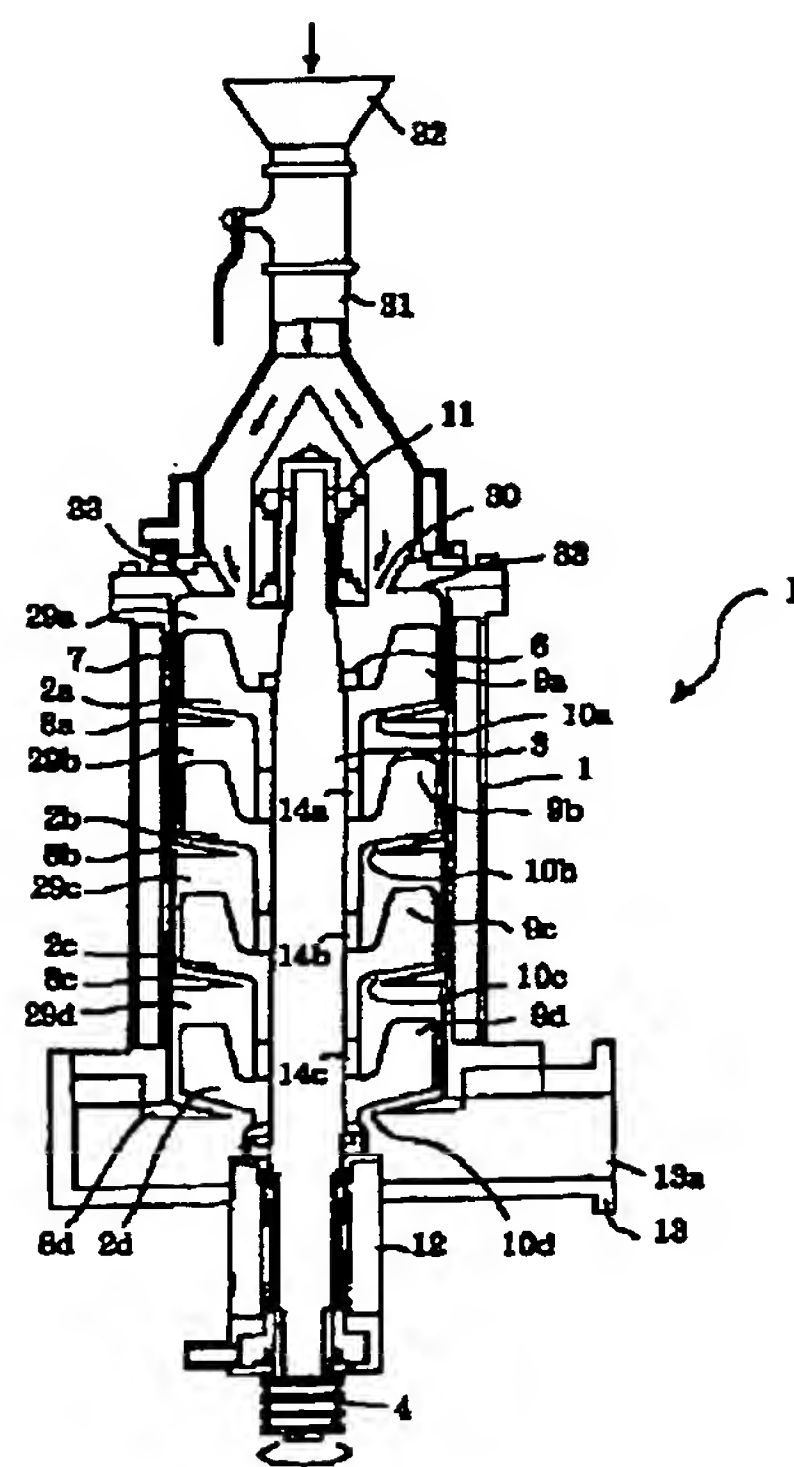
【図5】



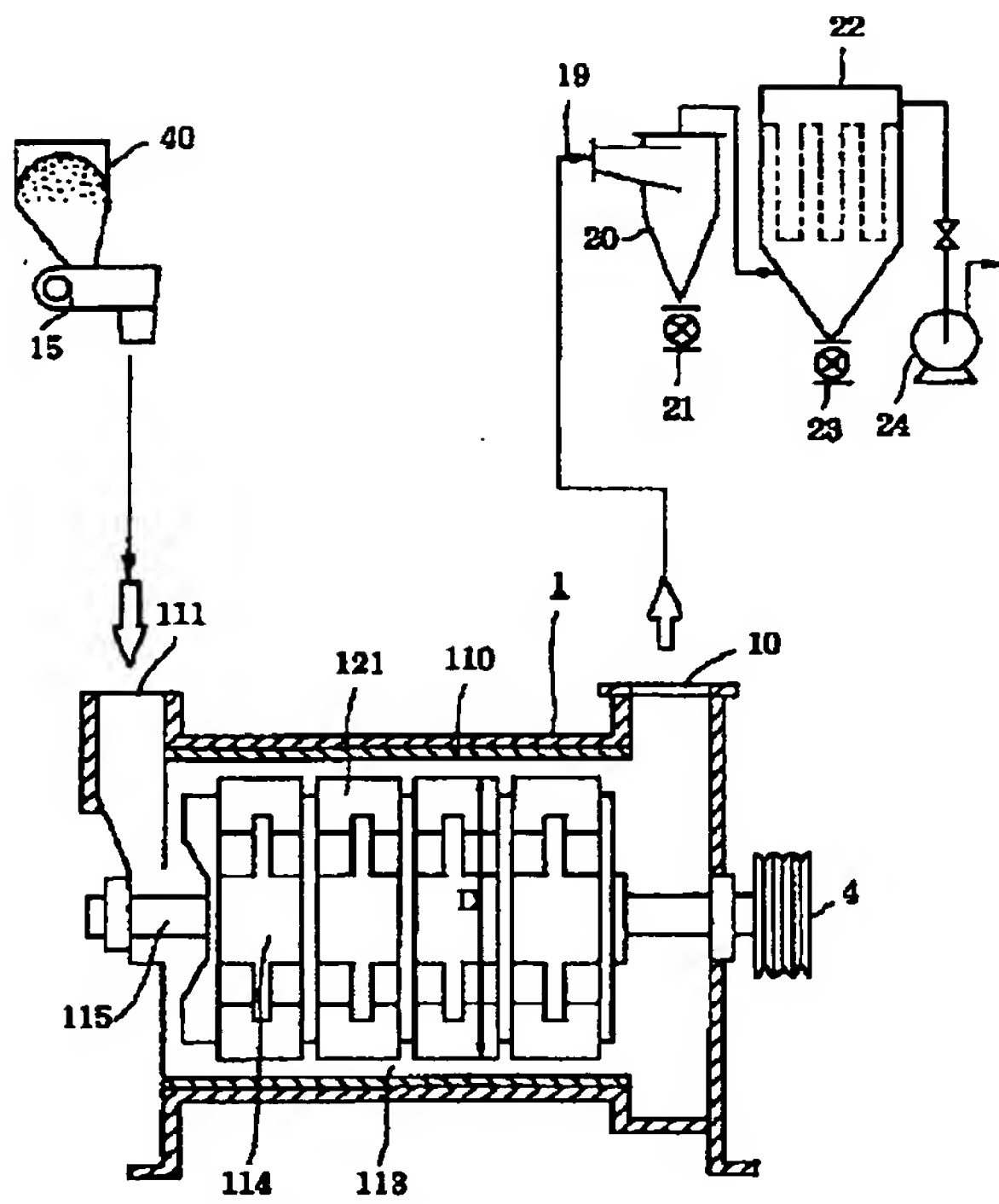
【図4】



【図 8】



【図6】



【図7】

